Fisheries and Oceans Canada | Pêches et Océans Canada
Science | Sciences
Newfoundland and Labrador Region
Canadian Science Advisory Secretariat
Science Advisory Report 2005/024

STOCK ASSESSMENT REPORT ON NORTHERN (2J+3KL) COD

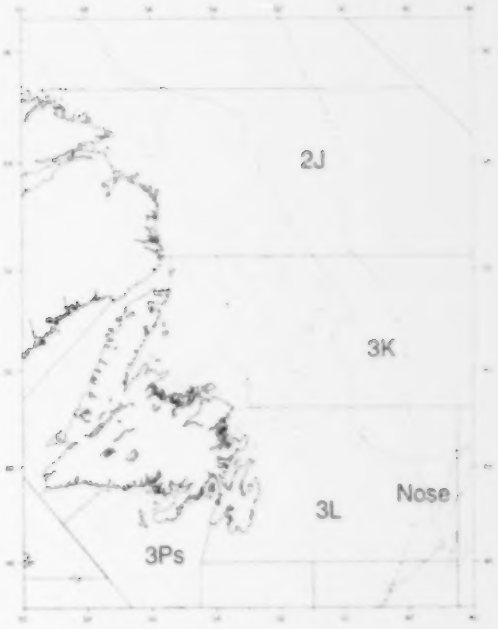


Figure 1: Map of the stock area of northern (2J+3KL) cod. The dashed line indicates Canada's 200 nautical mile Exclusive Economic Zone (EEZ).

Context

The biomass of the northern (2J+3KL) cod stock off southern Labrador and eastern Newfoundland was about 3 million t in the early 1960s. Fishing intensity increased greatly in the 1960s as non-Canadian fleets exploited the dense offshore overwintering aggregations. The stock declined to about 0.5 million t in the mid-1970s. After the extension of jurisdiction in 1977, the stock increased to just over 1 million t in the mid-1980s, but then collapsed to an extremely low level in the late 1980s and early 1990s. A moratorium on commercial fishing was declared in July 1992.

Historically, many cod migrated from overwintering areas offshore to feeding areas inshore, where they were exploited by the traditional inshore fishery. By the mid-1990s it was apparent that these offshore populations were barely detectable. At the same time, it was recognized that there were aggregations of cod in the inshore in Div. 3L and southern Div. 3K. These inshore populations appeared to be more productive during the 1990s than populations in the offshore. A small fishery directed at these inshore populations was reintroduced in 1998. Catch rates declined and the fishery was closed indefinitely in April 2003. A food/recreational fishery, which had been open for several years, was also closed.

Capelin has historically been the major prey of adults. Harp seals are important predators.

May 2005

Canada

SUMMARY

- Status of the 2J+3KL cod stock was assessed based on data from research bottom-trawl surveys, sentinel surveys, prerecruit surveys, acoustic surveys in a specific area, tagging studies, a telephone survey of fish harvesters, and catches from the commercial and recreational fisheries.

- The spawner biomass of the 2J+3KL cod stock as a whole remains far below any conservation limit reference level as generally applied through the precautionary approach to fisheries management. Although such a level has not been defined precisely for 2J+3KL cod, it is anticipated to lie above 300,000 t.

- Due to differences in the dynamics of offshore and inshore populations of 2J+3KL cod since the mid-1990s, information is provided for the offshore and inshore separately.

- In the offshore, the 2004 research bottom-trawl surveys during both spring and autumn indicate that the biomass of cod remains extremely low. The average biomass index from autumn surveys during 2002-2004 is about 19,000 t, which is less than 2% of the average during the 1980s. An index of spawner biomass in the offshore is currently at about 1% of the level during the 1980s.

- Estimates from the autumn research survey bottom-trawl data indicate that recruitment in the offshore has been very low and total mortality has been very high since at least the mid-1990s. Few fish survive beyond age 5.

- In the inshore, catch rates in sentinel surveys (1995-2004) and commercial fisheries (1998-2002), as well as cod by-catch in fisheries targeted at other species (2003-2004), indicate that there has been relatively few cod in 2J and northern 3K. However, there have been high catch rates at various times and places in southern 3K and in 3L.

- Tagging studies have revealed that there are currently two main groups of cod in the inshore in southern 3K and in 3L. The first group comprises resident fish that overwinter in northern 3L and southern 3K and undertake seasonal migrations among Trinity, Bonavista and Notre Dame bays. The second group comprises migratory fish that overwinter in inshore and offshore areas of 3Ps, move into southern 3L in the spring-summer, and return to 3Ps in the autumn. It is thought that migrants from offshore 2J+3KL currently contribute little to the biomass of cod in the inshore of 2J+3KL.

- For the purpose of this assessment, the inshore is subdivided into three areas: 1) a northern area (2J and northern 3K) that contains relatively few cod; 2) a central area (southern 3K and northern 3L) where most of the resident inshore fish are located; and 3) a southern area (southern 3L) that is, at present, largely dependent on cod that overwinter in inshore and offshore areas of 3Ps, move into southern 3L in the spring-summer, and return to 3Ps in the autumn.

- Inshore catch-rate indices from linetrawl and gillnet sentinel surveys increased from 1995 to a peak in 1997 and 1998 respectively, declined by the early 2000s, and then increased during recent years to levels similar to those in 1995.

- Results from a fish harvester telephone survey and observations from industry participants in the assessment meeting show geographic trends in abundance similar to those seen in sentinel survey data and offshore research vessel survey data.

- A high proportion of telephone survey respondents in Bonavista, Trinity and St. Mary's bays were of the opinion that catch rates were higher in 2004 than in the late 1980s.

- Hydroacoustic surveys on the largest overwintering population (in Smith Sound, Trinity Bay) during the winters of 1999-2004 provided average indices of biomass that peaked at 26,000 t in 2001 and then declined to 18,000 t in 2004.

- Results from tagging experiments indicate that harvest rates averaged 10% of the exploitable biomass (approximately ages 4+) in the central inshore region from 1999 to 2002, associated with an average reported catch of 5,000 t. Based on these harvest rate estimates, exploitable biomass from 1999 to 2002 averaged approximately 50,000 t with no clear time trend.

- The tagging studies provided evidence of annual natural mortality of 48% in inshore 3K and 26% in inshore 3L for the period 1997-2002.

- A sequential population analysis (SPA) was conducted for the resident cod in the inshore central area. The analysis incorporated catches during 1995-2004 and three indices from sentinel surveys. SPA estimates indicated that spawner biomass in this area increased from 10,000 t in 1995 to 22,000 t in 1998, declined during 1998-2002 (when there was a commercial fishery) to 7,000 t in 2003, and has subsequently increased to 13,000 t by the beginning of 2005. This increase is due to reduced fishing mortality and improved recent recruitment. The estimate of age 4+ biomass at the beginning of 2005 is about 20,000 t. Fishing mortality increased from 1998 to a peak of about 35% in 2001 and 2002.

- Deterministic projections from 2005 to 2006, based on the SPA, were conducted for the inshore central area under various annual catch options. Assuming no removals or a catch option of 2,500 t, spawner biomass is projected to increase. At a catch option of 5,000 t, spawner biomass is projected to decrease.

- Due to uncertainties in future recruitment levels, deterministic projections from 2005 to 2008 were conducted for the inshore central area under various annual catch options and three recruitment assumptions (low, medium, high). Assuming no removals, spawner biomass is projected to increase for each recruitment assumption. At a catch option of 2,500 t, spawner biomass is projected to decrease if recruitment is low, but increase if recruitment is medium or high. At a catch option of 5,000 t, spawner biomass is projected to decrease for each of the recruitment scenarios.

- The inshore northern area appears to have very low densities of cod. Any catch option would likely impose high fishing mortality and further reduce stock size in this area.

- The inshore southern area is primarily dependent on seasonal immigration of fish, the magnitude of which cannot be predicted. Therefore, the effect of removals of various levels cannot be estimated.

- There is a risk that fishing in the inshore will impede recovery in the offshore.

- There is no new information regarding the impact of seals on the dynamics of cod. Previous cod assessments have concluded, based on seal feeding behaviour and trends in the abundance of both seals and cod, that predation by seals is a factor contributing to the high total mortality of cod in the offshore and the high natural mortality of adult cod in the inshore.

DESCRIPTION OF THE ISSUE

Rationale for Assessment

The assessment of 2J+3KL cod is the result of a request for science advice from the Fisheries and Aquaculture Management (FAM) Branch – Newfoundland and Labrador Region. The Terms of Reference for the assessment were as follows:

- Review the evidence regarding whether populations of cod currently inhabiting inshore waters are self-sustaining and distinct from populations that historically overwintered and spawned in the offshore and migrated seasonally to the inshore.

- Assess current status of offshore populations, inshore populations and the stock as a whole. In particular, assess current spawning biomass, total (age 3+) biomass, exploitation rate, natural mortality and biological characteristics (including age composition, size at age, age at maturity, and distribution). Describe these variables in relation to historic observations.

- Highlight major sources of uncertainty in the assessment, and where appropriate, consider alternative analytical formulations of the assessment.

- To the extent possible with available information, provide information on the strengths of year-classes expected to enter the exploitable populations in the next 1-3 years.

- Assess the implications of inshore fishery removals varying from zero to 5,000 t annually in 2005 and the medium term. Implications are to be assessed with respect to growth of inshore populations, growth of offshore populations, and recovery of the stock as a whole.

- Assess geographical and seasonal variability in the density and migration patterns of cod in the inshore, and the extent to which such variability affects the quantity of cod available to fish harvesters both regionally and seasonally. What are the implications for regional vulnerability to exploitation?

- The assessment will be conducted in manner which is inclusive of the principles of the precautionary approach, which acknowledges that caution must be exercised to safeguard fisheries resources and ocean ecosystems. The precautionary approach recognizes that the absence of full scientific certainty shall not be used as a reason to postpone decisions where there is risk of serious or irreversible harm.

Fishery

Catches of northern cod increased during the 1960s to a peak of over 800,000 t in 1968, declined steadily to a low of 140,000 t in 1978, recovered to about 240,000 t through much of the 1980s, and then declined rapidly in the early 1990s in advance of a moratorium on directed fishing in 1992 (Fig. 2).

Catches during 1993-1997 came from by-catches, food/recreational fisheries, and DFO-industry sentinel surveys that started in 1995. A small index/commercial fishery limited to fixed gear deployed from small (<65 feet) vessels commenced in 1998. Catches from 1998 to 2002 came from directed cod fisheries, by-catches, sentinel surveys and food/recreational fisheries. The directed commercial and recreational fisheries were closed indefinitely in April 2003.

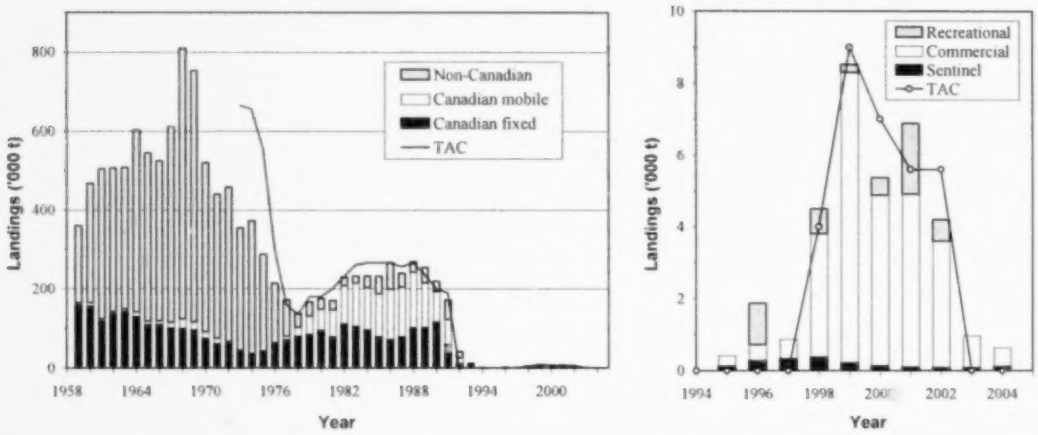


Figure 2: Total allowable catches (TACs) and landings (thousands of tons) in 1959-2004. The left panel illustrates landings by non-Canadian and Canadian fleets, with the latter divided into mobile gear (offshore) and fixed gear (mainly inshore). The right panel shows 1995-2004 in more detail, with the catch subdivided into food/recreational, index/commercial (including by-catch) and sentinel.

Table 1: Catch ('000 t).

Year	62-76 Avg.	77-91 Avg.	1998	1999	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
TAC	N/A	N/A	4	9	7	6	6	0	0
Can. Fixed	88	90	5	9	5	7	4	1	1
Can. Mobile	9	84	+	0	+	+	+	+	+
Others	405	38	+	+	+	+	+	+	
Totals	502	212	5	9	5	7	4	1	1

Reported landings during 2003 were approximately 880 t from the commercial fishery and 90 t from the sentinel surveys, for a total of 970 t.

Most (780 t) of the commercial catch during 2003 came from a mass mortality of cod in Smith Sound, Trinity Bay, during April. The exact cause of the event remains uncertain, but it was clearly associated with unusually cold water within the Sound (Colbourne et al. 2003). The cod were collected from the surface of the water by gaff and dip net. Many of these fish were frozen, whereas others were torpid but still alive. The fish were generally large, with a high proportion in the range 55-85 cm.

The rest of the reported catch during 2003 was by-catch in fisheries directed at other species. Most (84 t) of this came from gillnets set for winter (blackback) flounder. The bulk of this catch came from Bonavista Bay and Trinity Bay in July. The by-catch from Canadian trawlers in the offshore was 3 t.

The catch by non-Canadian trawlers outside the 200 nautical mile limit on the Nose of the Bank (Div. 3L) in 2003 was 23 t.

In terms of numbers of fish, the landings during 2003 were dominated by the mass mortality in Smith Sound (68%), followed by gillnets of mesh size 5½ inches or greater (28%) and small mesh gillnets (3¼ inches) from the sentinel survey (4%). The catch comprised a range of ages (3-14), with ages 6-7 predominant. Older ages (11 and 13) were also strongly represented in the 2003 catch at age because of the Smith Sound incident. Consequently, the total catch at age was unusual compared with that of the previous five years.

Fishery management regulations were changed for 2004 such that individual fish harvesters were limited to a maximum by-catch of 2000 pounds (907 kg) in any and all groundfish fisheries. In addition, for the winter (blackback) flounder fishery, the incidental catch of cod was not to exceed 20% or 300 pounds per day. Many harvesters took much or all of their 2000 pound cod limit while directing for winter flounder, and in many cases the catch of winter flounder was much less than the catch of cod. The gillnet mesh size in the winter flounder fishery was 6½ - 8½ inches, which is greater than the 5½ - 6½ inches in the directed cod fisheries of 1998-2002.

Reported landings during 2004 were approximately 520 t of by-catch from commercial fisheries and 120 t from the sentinel surveys, for a total of 640 t. Most of the by-catch came from the winter (blackback) flounder fishery. The by-catch from Canadian trawlers in the offshore was 6 t. The catch comprised a range of ages (3-14), with ages 6-7 predominant. The 1990 and 1992 year-classes (ages 14 and 12) were weakly represented.

An estimate is not yet available for the 2004 catch by non-Canadian trawlers outside the 200 nautical mile limit on the Nose of the Bank (Div. 3L). The Scientific Council of the Northwest Atlantic Fisheries Organization (NAFO) determined that catches during 2000-2003 were 20-80 t annually.

ASSESSMENT

Stock Structure

Since the mid-1990s, there has been a dichotomy between the offshore and the inshore. Cod in the offshore have been small and at very low density, whereas cod in the inshore have included larger sizes and have been found in relatively high densities in some times and places. Various observations, both historic and recent, and much of the genetic information, are consistent with the hypothesis that there are populations in the inshore that are functionally distinct from those in the offshore. It is thought that these inshore populations have historically been small relative to the populations that migrated into the inshore from the offshore during spring/summer.

Tagging studies conducted during the post-moratorium period indicate that the inshore of 3KL is currently inhabited by at least two groups of cod: (1) a northern resident coastal group that inhabits an area from western Trinity Bay northward to western Notre Dame Bay and (2) a migrant group that overwinters in inshore and offshore areas of 3Ps, moves into 3L during late spring and summer, and returns to 3Ps during the autumn. Tagging studies also indicate

considerable movement of cod among Trinity, Bonavista and Notre Dame bays. Historically, this stock structure was not evident because the majority of fish observed during inshore fisheries were migrants from the offshore.

It is not known if there is currently movement of adult cod between the inshore and the offshore in 2J3KL. There has been only one reported offshore recapture of a cod tagged inshore after the mid-1990s, but of course there has been no directed offshore cod fishery during this period, so recaptures could come only from fisheries directed at other species. It is thought that migrants from offshore 2J+3KL currently contribute little to the biomass of cod in the inshore of 2J+3KL.

Key Indicators

Due to differences in the dynamics of offshore and inshore populations since the mid-1990s, information is provided for the offshore and inshore separately.

Offshore

The offshore biomass index values from the autumn **research bottom-trawl surveys** in 2J3KL have been very low for more than a decade (Fig. 3). The slight improvement toward the end of the 1990s has not been sustained. The biomass index during 2002-2004 was 1-2% of the average during the 1980s.

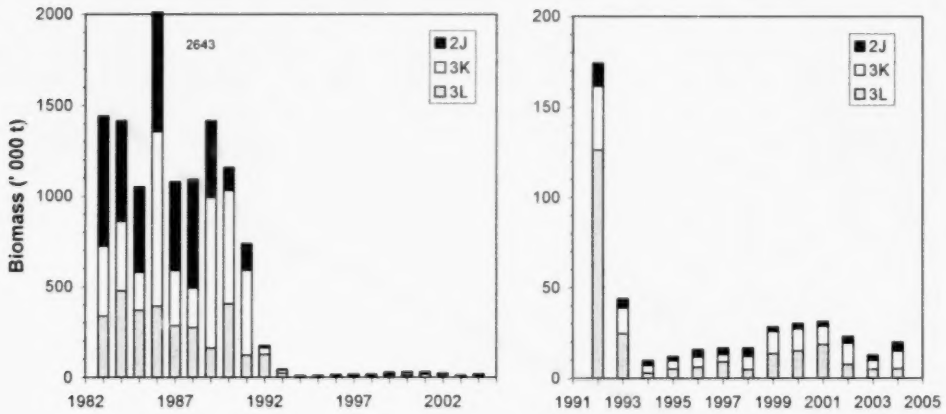


Figure 3: Offshore biomass index from autumn bottom-trawl surveys in 2J3KL. The left panel illustrates data from 1983 to 2004. The scale on the right panel illustrates just the lower 10% of the left panel, in order that the 1992-2004 data may be more readily discerned.

The spawning stock biomass index computed from the autumn surveys has, during the most recent three years, been at about 1% of the average of the 1980s.

The biomass index from the spring research bottom-trawl survey in 3L has, during 2002-2004, been at less than 1% of the average in the 1980s (Fig. 4).

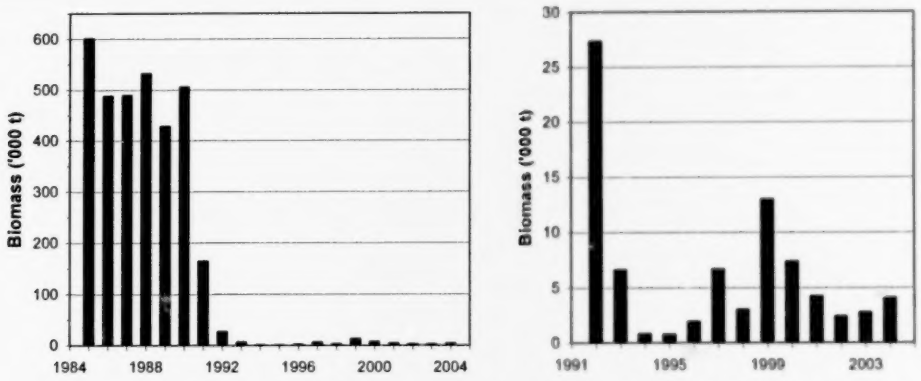


Figure 4: Biomass index from spring bottom-trawl surveys in 3L. The left panel illustrates data from 1985 to 2004. The scale on the right panel illustrates just the lower 5% of the left panel, in order that the 1992-2004 data may be more readily discerned.

Inshore

For the purpose of this assessment, the inshore is subdivided into three areas (Fig. 5): 1) a northern area (2J and northern 3K) that contains relatively few cod; 2) a central area (southern 3K and northern 3L) where most of the resident inshore fish are located; and 3) a southern area (southern 3L) that is, at present, largely dependent on cod that overwinter in inshore and offshore areas of 3Ps, move into southern 3L in the spring-summer and return to 3Ps in the autumn. The dividing lines for these areas are Partridge Point at the western end of Unit Area 3Kh and Grates Point at the southern end of Unit Area 3Lb.

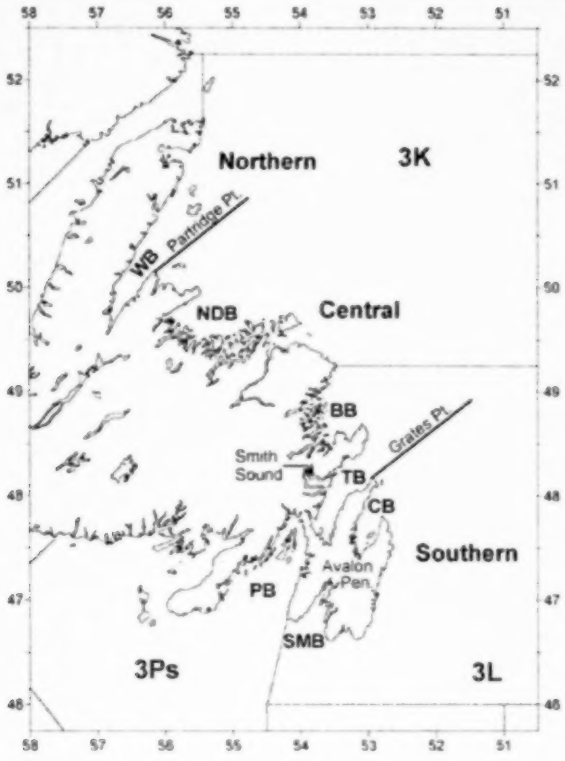


Figure 5: Map of the inshore of eastern Newfoundland, indicating the locations of the northern, central and southern inshore areas as defined for the present assessment. Also indicated are the locations of Smith Sound, the Avalon Peninsula, and the major bays: White Bay (WB), Notre Dame Bay (NDB), Bonavista Bay (BB), Trinity Bay (TB), Conception Bay (CB) and St. Mary's Bay (SMB). Placentia Bay (PB) is in Subdiv. 3Ps.

Extension of the **bottom-trawl survey** into the inshore since 1996 has resulted in higher average catch rates and broader age composition than in the offshore, but a narrower age composition than in sentinel and commercial catches.

Hydroacoustic studies have been conducted in Smith Sound in western Trinity Bay (3L) at various times since spring 1995. Winter (January-February) surveys have been conducted in a standard manner by the Fisheries Conservation Chair at Memorial University of Newfoundland since 1999. Average indices of biomass increased to a peak of about 26,000 t in 2001 and then declined to 23,000 t in 2002, 20,000 t in 2003, and 18,000 t in 2004. The fish sampled during the 2004 survey were of a wide size range (35-120 cm).

The **sentinel surveys** in 2J3KL were initiated in 1995 to provide information on relative density of cod on traditional inshore fishing grounds with two gears commonly used in the commercial fishery; 5½ inch mesh gillnets and linetrawls. Since 1996, small mesh (3¼ inch) gillnets have been used at many sentinel sites to provide information on the size of incoming year-classes. These gillnets are selective for small fish (approximately 34-44 cm; ages 3-4). Catch rates in the two commercial gears have been relatively low since the start of the survey in 2J and in 3K north of White Bay. However, fish have

existed in sufficient density to enable moderate to high catch rates in some times and places from White Bay to the southern boundary of the stock. In 2004, the highest catch rates generally occurred in southern Bonavista Bay and Trinity Bay in northern 3L and in St. Mary's Bay in southern 3L adjacent to 3Ps.

To provide continuity with previous assessments (DFO 2003), the catch rate data from 2J3KL combined were standardized to remove site and seasonal effects and produce annual indices of total catch rate and catch rate at age. Age-aggregated catch-rate indices from linetrawls and gillnet (5½ inch mesh) increased from 1995 to a peak in 1997 and 1998 respectively, declined by the early 2000s, and then increased during recent years to levels similar to those in 1995 (Fig. 6) .

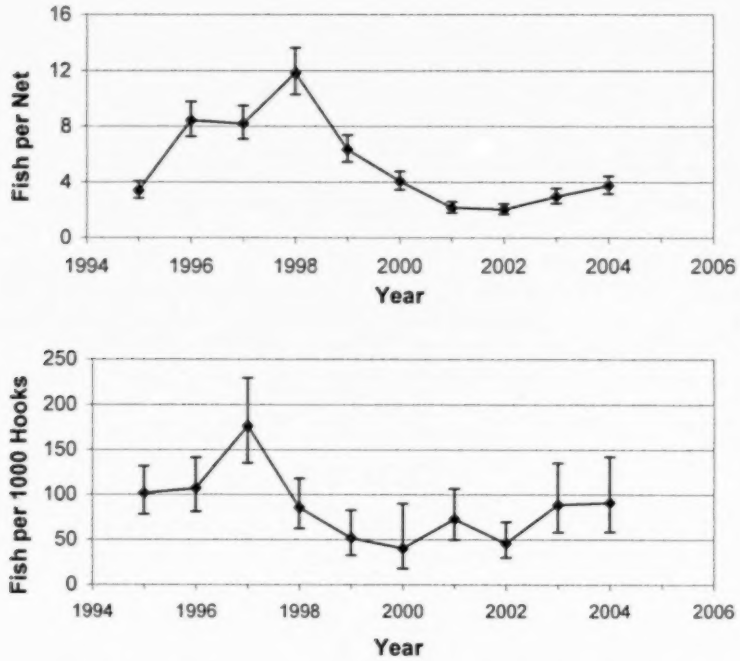


Figure 6: Standardized catch rates from sentinel surveys in 2J3KL combined; gillnets (5½ inch mesh) above and linetrawls below.

Catch rates at ages 3 and 4 combined from the small mesh (3¼ inch) gillnets were high in the early years, declined during the late 1990s, increased to a level in 2003 that was approximately equal to that in the early years, but declined again in 2004 (Fig. 7).

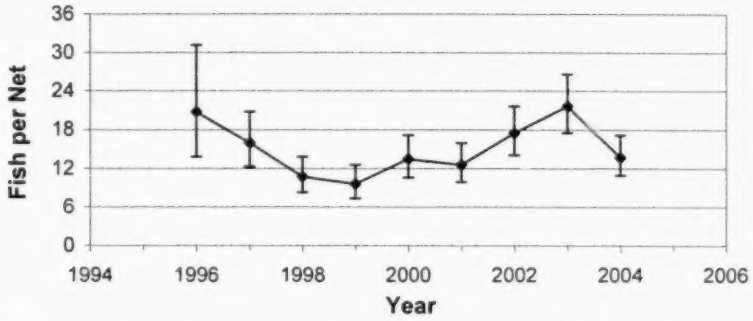


Figure 7: Standardized catch rates at ages 3 and 4 combined from 3¼ inch sentinel gillnet surveys in 2J3KL combined.

The sentinel gillnet (5½ inch) data were also subdivided into the northern, central and southern areas described above in order to provide information on trends in specific areas (Fig. 8). In the northern area, mean catch rates have been low since 1995, but were somewhat higher during the late 1990s than during the 2000s. In the central and southern areas, the trends over time were very similar to one another and to the trend in the combined index. In addition, the magnitude of catch rates in the central and southern areas were very similar.

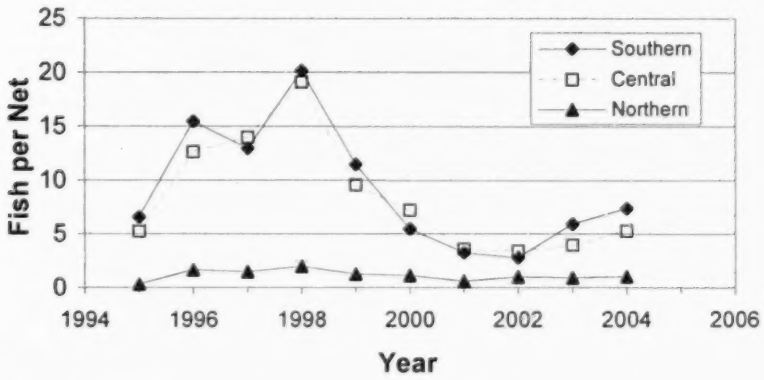


Figure 8: Standardized catch rates from sentinel 5½ inch gillnet surveys in northern, central and southern areas.

An examination of catch rates at age from all three sentinel gears reveals that the 1990 and 1992 year-classes were strong, year-classes of the mid-1990s were weak, and year-classes of the late 1990s and 2000 were moderately strong.

Catch rates from the 1998-2002 directed cod fishery had geographic and temporal trends that were similar to those of the sentinel catch rates during the same period (DFO 2003).

Population Biology

The **proportion mature at age** increased among young female cod sampled during the offshore autumn bottom-trawl surveys during the early 1990s and has fluctuated since (Fig. 9).

For example, the proportion of age 6 cod that are mature increased from about 0.4-0.6 in the 1980s to greater than 0.6 since the early 1990s. Males generally mature about one year younger than females and show a similar trend over time.

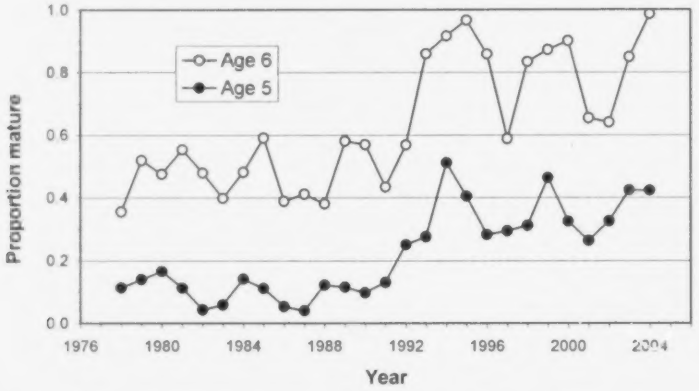


Figure 9: Percentage of females mature at ages 5 and 6 as predicted from modeling the maturity data from autumn offshore bottom-trawl surveys.

Size-at-age of cod sampled during the autumn surveys of the offshore declined during 1983-1985 and again in the early 1990s, especially in 2J (Fig. 10). Size-at-age has increased in recent years but is below peak values observed in the late 1970s. Much of the variability in growth is related to variability in water temperature.

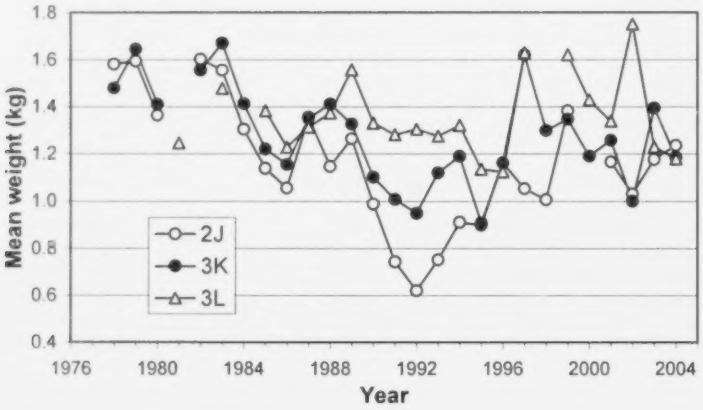


Figure 10: Mean weight (kg) at age 5 of cod sampled during autumn offshore bottom-trawl surveys.

Condition of cod, as measured by both gutted body weight and liver weight relative to fish length, declined in the offshore during the early 1990s, especially in 2J. Since the mid-1990s,

condition levels have been similar to those measured in the mid-1980s. Respondents to the fish harvester telephone survey reported that the condition of cod in the inshore was good.

Stock Trends

Offshore

There is at present no analytical model of the dynamics of cod in the offshore of 2J3KL. Information on recruitment and mortality is derived from analyses of mean catch rate at age during the autumn offshore bottom trawl surveys.

An index of **recruitment** (Fig. 11) shows the 1980-1982 year-classes to be relatively strong, and the 1986 and especially the 1987 year-classes to be equally strong. This latter peak of young fish seemed to disappear rapidly from the surveys and commercial catches and made only a very small contribution to the spawning stock. All year-classes since the very late 1980s have been very weak in the offshore.

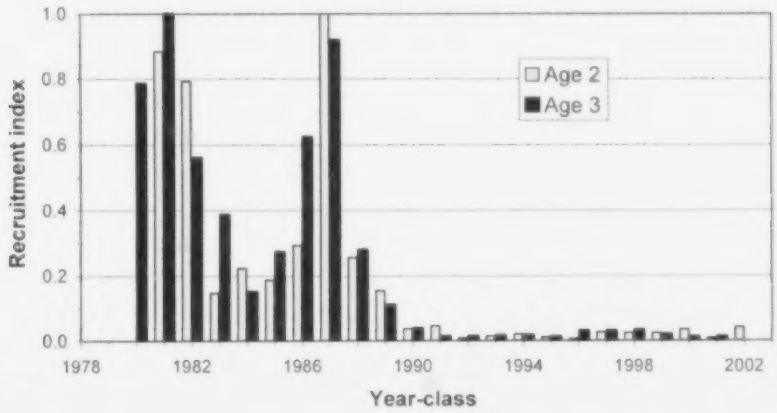


Figure 11: Relative sizes of the 1980-2002 year-classes in the offshore of 2J3KL, as measured by the mean catch per tow at ages 2 and 3 during the autumn offshore bottom-trawl surveys. Number per tow has been scaled to a maximum of 1 within the time-series for each age.

Age specific **mortality** rates (proportion of population dying in a year) rose to very high levels by the early 1990s, and remained extremely high for a few years after the start of the moratorium in 1992. The paucity of older fish (7+) in the survey since the early 1990s prevents estimating total mortality on these older ages. For younger ages (Fig. 12), mortality has been very high (40-60% per year at age 4 and 60-90% per year at age 6).

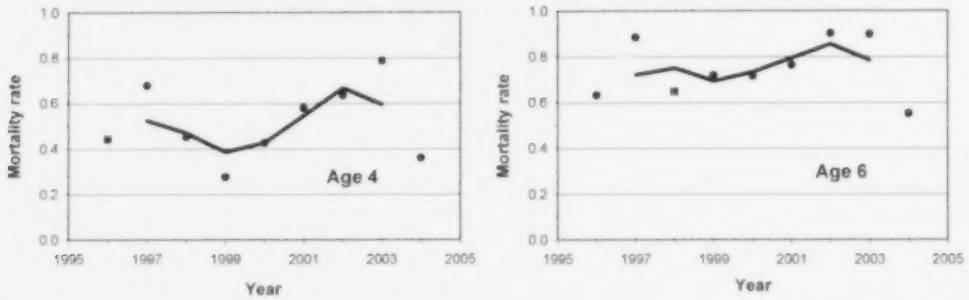


Figure 12: Age specific mortality calculated from catch per tow at age during the autumn bottom-trawl surveys in the offshore of 2J3KL. As an example, in the age 4 panel, the value of 0.7 in 1997 is the mortality experienced by the 1993 year-class from age 3 in 1996 to age 4 in 1997. The line is a 3-year moving average.

To date it has not been possible to distinguish the relative contributions of fishing and natural mortality to this high total mortality. Reported by-catches in the offshore have been small, so considerable attention has focused on the possibility that natural mortality is high.

Inshore

A large-scale **tagging study** of adult (>45 cm) cod was initiated in spring 1997 in the 2J3KL and 3Ps cod stock areas. During 1997-2004 a total of about 92,000 cod were tagged and released and approximately 17,000 of these tagged cod have been reported as recaptured to date. Analyses of these data (first reported in 1999) have provided estimates of exploitation rates, exploitable biomass and information about natural mortality rates. In these analyses, the central inshore area is further subdivided into southern 3K (Baie Verte Peninsula and eastward) and northern 3L (Bonavista Bay and Trinity Bay). These regions were constructed to reflect potential sub-stock structure and spatial variation in exploitation rates.

Results of tagging experiments indicate that harvest rates averaged 10% of the exploitable biomass (approximately ages 4+) in the central inshore region from 1999-2002 associated with an average reported catch of 5,000 t. Based on these harvest rate estimates, exploitable biomass from 1999 to 2002 averaged approximately 50,000 t with no clear trend. There were insufficient tag returns and landings to provide comparable estimates for 2003 and 2004.

The tagging studies provided evidence of annual inshore natural mortality of 48% in 3K and 26% in 3L for the period 1997-2002.

Prior to the collapse of the 2J3KL cod stock, **sequential population analysis** (SPA) for the stock as a whole was the main tool used to estimate stock size and trends over time. This method was reintroduced during the 2003 assessment and applied to those cod in the inshore since the mid-1990s. The area for which the analysis was applied was further restricted during the present assessment to the central inshore area. The landings from the Smith Sound mass mortality in 2003 were included. The model also included indices from each of the three gears employed in the sentinel surveys in this area. Natural mortality was fixed at 33% (M=0.4) for all years and ages in this SPA based on evidence from tagging results.

SPA estimates indicate that spawner biomass in this area increased from 10,000 t in 1995 to 22,000 t in 1998, declined during 1998-2002 (when there was a commercial fishery) to 7,000 t in 2003, and has subsequently increased to 13,000 t by the beginning of 2005 (Fig. 13). This increase is due to reduced fishing mortality and improved recent recruitment. The estimate of age 4+ biomass at the beginning of 2005 is about 20,000 t (Fig. 13).

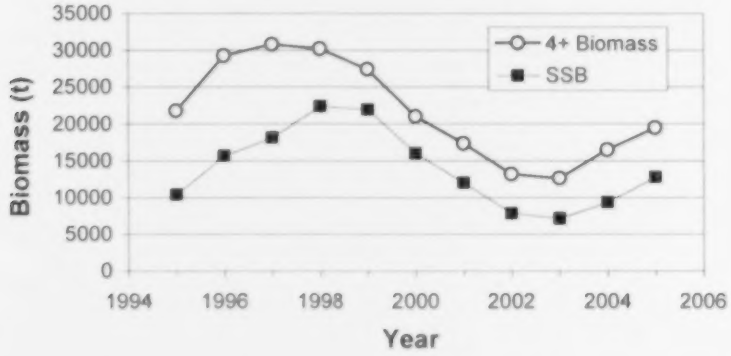


Figure 13: SPA estimates of exploitable (4+) biomass and spawner biomass (SSB) for the inshore central area.

Fishing mortality (Fig. 14) increased from 1998 to a peak of 0.42 (about 35%) in 2001 and 2002.

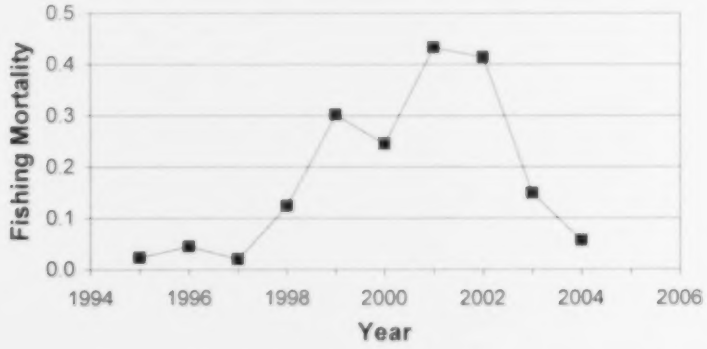


Figure 14: SPA estimates of fishing mortality (age 5-10) for the inshore central area.

Within the short period covered by the SPA, year-class strength (abundance at age 3) was relatively high in 1992, after which there was a decline to 1996-1997, and an increase to 2000 (Fig. 15).

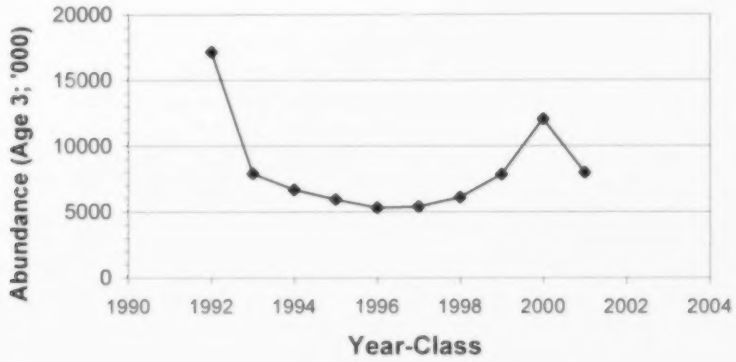


Figure 15: SPA estimates of recruitment (abundance at age 3) for the inshore central area.

Age 3 is the youngest age from the tuning indices used in the SPA because earlier ages have not reliably indicated subsequent recruitment to the fishery. Information on recent year-classes is available from research bottom-trawl surveys within the bays, small mesh gillnets, and beach seining in Bonavista Bay. Some data from these indices suggest that the 2002 year-class was at least moderately strong, but other data do not indicate such strength. The beach seining indicates that the 2003 and 2004 year-classes may be weak. Fish harvesters noted higher abundance of small cod (<25cm; approximately ages 0-2) in inshore areas in the past 2-3 years compared to levels in the mid- 1990s.

Sources of Uncertainty

For the past three years, the autumn bottom-trawl surveys have extended well beyond their normal time and into the winter because of vessel problems. These changes may affect survey estimates of abundance and biomass. In addition, distribution, growth, condition and maturity vary seasonally, and changes in survey timing complicate the comparison of recent survey results with those from previous years. The 2004 survey was not completed. This resulted in an underestimation of population size, but not necessarily an underestimation of mean catch rate.

It was not possible to estimate exploitation, natural mortality, and migration rates for 2003 and 2004 from tagging information because of the limited catch, tag returns and much reduced tagging of cod in those years.

The number of tags that are returned from fisheries in 2J3KL are complicated by factors such as gear selectivity, migration, tag retention and tag reporting rates. Methods to analyze this type of data are not well developed and understood compared to more standard methods like SPA. This is particularly true with respect to estimating natural mortality.

The SPA for the central inshore area is based on a short time series of indices and catches (1995-2004). This increases the uncertainty in stock size estimates, but should have less influence on the trends.

The value of natural mortality (M=0.4) used in the SPA was inferred from tagging studies during 1997-2002 and is considered uncertain. The results of the SPA are sensitive to this value.

The level of unreported catch is unknown. If this level is substantial, then there is more uncertainty in the assessment and in the evaluation of the impact of future removals.

The 2J3KL ecosystem has experienced dramatic changes since the 1980s. The relative importance of fishing, physical environment and biological interactions in causing and sustaining those changes is difficult to discern. There is considerable uncertainty regarding the extent to which climate variability and climate change may be influencing various aspects of cod population dynamics, particularly at the early life history stages. There is also much uncertainty about the biomass and availability of prey for cod at various stages of its growth, notably macrozooplankton during its larval and juvenile stages and capelin during its mid-life.

ADDITIONAL STAKEHOLDER PERSPECTIVES

A telephone survey was conducted by the Fish, Food and Allied Workers (FFAW) Union to assess the opinions of fish harvesters regarding the abundance of cod in inshore waters, the size and condition of the cod, and the abundance of prey. In 2J, most fish harvesters felt that cod abundance during 2004 was lower than it had been during the late 1980s but higher than it was during 2002, the last year of the commercial index cod fishery. In 3K, there was no clear indication of how cod abundance in 2004 compared with abundance during the late 1980s, but most harvesters felt that abundance in 2004 was about the same or better than it had been during 2002. In 3L, most harvesters in Bonavista, Trinity and St. Mary's bays felt that cod abundance during 2004 was better than it had been in the late 1980s and better than during 2002. In Conception Bay and along the eastern Avalon Peninsula, there was no clear indication of how abundance in 2004 compared with abundance during the late 1980s, but most harvesters felt that abundance during 2004 was better than it had been during 2002.

Fish harvesters participating in the assessment meeting stated that catch rates in Trinity, Bonavista and St. Mary's bays were much higher in recent years than during the 1980s. Abundance is not only higher on traditional fishing grounds, but also higher in non-traditional areas. It was difficult to set any fixed gear, including lobster pots, without catching cod. This problem has intensified in the past few years.

Fish harvesters note higher abundance of small cod (<25cm) in the most recent 2-3 years compared to levels in mid-1990s.

There are few observations from large offshore trawlers because of limited activity in the area. However, one company reported that no cod were taken during the spring and summer fishery for Greenland halibut, and that no offshore concentrations of cod were seen on the sounder as their ships steamed between Trinity Bay and shrimp fishing grounds to the north.

CONCLUSIONS AND ADVICE

In the current assessment, 3-year deterministic projections of stock size to 2008 were computed from the SPA results for the inshore central area (southern 3K and northern 3L). Projections were conducted under catch options of 0 t, 2,500 t, and 5,000 t. Due to uncertainties in future recruitment, three values (low, medium, and high) were considered in the projections. The low recruitment value was the minimum estimate from 1995 to 2003 of age 2 abundance from the SPA; medium recruitment was the 2001-2003 geometric mean; and high recruitment was the

maximum estimated value (at age 2) in the SPA. The value of natural mortality used in the projections was the same as that in the SPA (M=0.4).

The projection of spawner biomass from 2005 to 2006 is insensitive to the assumed value of recruitment. With no removals or a catch option of 2,500 t, spawner biomass is projected to increase, regardless of the assumed recruitment level (Table 2). This is the result of the relatively strong 2000 year-class entering into the spawner biomass. At a catch option of 5,000 t, spawner biomass is projected to decrease.

Table 2: Projected changes in spawner biomass (SSB) for various fixed catch options and various recruitment levels from 2005 to 2006.

% Change in SSB between 2005-2006 (Jan.1)				
Recruitment		Catch Option		
		0t	2,500t	5,000t
	Low	26%	9%	-7%
	Medium	27%	10%	-6%
	High	27%	11%	-5%

In the three year projection (from 2005-2008), assuming no removals, spawner biomass is projected to increase for each recruitment assumption (Table 3). At a catch option of 2,500 t, spawner biomass is projected to decrease if recruitment is low, but increase if recruitment is medium or high. At a catch option of 5,000 t, spawner biomass is projected to decrease for each of the recruitment scenarios.

Table 3: Projected changes in spawner biomass (SSB) for various fixed catch options and various recruitment levels from 2005 to 2008.

% Change in SSB between 2005-2008 (Jan.1)				
Recruitment		Catch Option		
		0t	2,500t	5,000t
	Low	35%	-8%	-50%
	Medium	57%	14%	-28%
	High	75%	32%	-10%

Projection results are dependent upon the value of natural mortality applied in both the SPA and the projections. There is insufficient information on spatial and temporal variability in natural mortality to explore informative alternatives. However, if future natural mortality differs from the assumed value, then the projected changes in SSB will differ from the above results.

The above projections are applicable for just the inshore central area. For the inshore northern area (2J plus northern 3K), it is inferred from the low catch rates in the sentinel surveys (1995-2004) and the commercial fishery (1998-2002) that cod densities are very low. Any catch option would likely impose high fishing mortality and further reduce stock size in this area.

For the inshore southern area (southern 3L), it is clear that catch rates have been relatively high at certain times and in some areas. The tagging data illustrated that fisheries in the area during 1998-2002 were primarily dependent on seasonal immigration. Since the magnitude of immigration in future years cannot be predicted, the effect of removals of various levels cannot be estimated. However, fisheries in southern 3L will contribute additional mortality to groups of fish that migrate between Placentia Bay and southern 3L. These fish already experience high fishing mortality within Placentia Bay.

Under a **precautionary approach**, conservation limit reference points indicate when a stock is considered to have impaired productivity and is thus in a situation in which serious harm has occurred. The biomass of the 2J+3KL cod stock as a whole is not known, but it is clearly far below any limit reference point. A spawning stock biomass limit reference point has not been identified for 2J+3KL cod, but it was anticipated that the limit would be higher than 300,000 t for the stock as a whole (Rivard and Rice 2002). Given the lack of any recovery in the offshore during the past decade, it is clear that the productivity of the stock as a whole is seriously impaired.

The risk of fishing the inshore populations extends beyond a consideration of limit reference points. There is a strong possibility that cod currently offshore in 2J3KL undergo spring/summer feeding migrations to the inshore. At current offshore population levels, any offshore fish exploited in an inshore fishery could further impede recovery in the offshore. Many of the fish historically caught in the inshore were immature, so inshore removals may capture some offshore fish before they have a chance to spawn.

The potential for cod currently in the inshore to repopulate the offshore of 2J3KL remains uncertain. Genetic studies using microsatellites have demonstrated a population substructure between most inshore and offshore areas. It has been suggested that this substructure indicates a low likelihood that inshore-spawning cod will contribute to offshore recovery. However, evidence of substructure may not preclude inshore-spawning cod playing a role in future offshore recovery. If fish currently in the inshore could recolonize the shelf, then allowing the inshore biomass to increase makes it more likely that inshore fish may move offshore.

In consideration of the above, there is a risk that fishing in the inshore will impede recovery in the offshore.

There may be numerous over-wintering inshore populations, with the largest by far being that in Smith Sound. Small populations of cod residing adjacent to large populations of fish harvesters (such as in parts of Notre Dame Bay) are more vulnerable to over-exploitation than the relatively large population in Smith Sound. To protect small populations, it is essential that removals be kept low in areas of low cod density.

OTHER CONSIDERATIONS

Predation by Seals

There is no new information regarding the impact of seals on the dynamics of cod. Previous cod assessments (DFO 2003) have concluded, based on seal feeding behaviour and trends in the abundance of both seals and cod, that predation by seals is a factor contributing to the high total mortality of cod in the offshore and the high natural mortality of adult cod in the inshore.

Estimates of the quantity of cod consumed by harp seals are based on estimates of harp seal population numbers, energy requirements of individual seals, the average duration of seal occurrence within 2J3KL, the relative distribution of seals between inshore and offshore, and stomach contents of seals sampled in the inshore and offshore in winter and summer. A major shortcoming is that there are very few stomach samples from the offshore, where most of the feeding by seals occurs. A two-year programme of enhanced study of seals is in progress. This programme includes new population surveys, new studies of distribution, and new studies of diet, both inshore and offshore.

The estimates of prey consumption by seals rely on the presence and identification of hard parts (such as cod otoliths) in the seal stomachs. Seals also prey on cod by belly-feeding, a mode of predation on fish which are usually too large to be consumed whole. The seal takes a bite from the belly of the fish, removing the liver and gut, but not consuming the muscle or hard parts. Observations of belly-feeding were more frequent during 1998-2000 than in recent years, and occurred mainly in Notre Dame Bay and southern Bonavista Bay. A participant in this cod assessment meeting reported that belly-feeding is still occurring in Smith Sound (Trinity Bay).

A pilot study on the efficacy of seal exclusion zones is currently underway in Smith Sound (Bowen 2004).

Availability of Prey (Notably Capelin)

The trend in biomass of capelin, historically the major prey of cod in 2J3KL, has been uncertain since the late 1980s. Biomass estimates from hydroacoustic surveys in the offshore have been much lower since the early 1990s compared with the 1980s, but indices of capelin biomass from the inshore have not shown such extensive declines. Some studies of cod condition and feeding indicate that cod may not be faring well in certain seasons and areas, and that this is due to low availability of capelin. Other studies and observations do not suggest any concerns at present about cod growth or condition. Whatever the present circumstances, there remains concern that there may not be sufficient capelin to support a recovery of the cod stock, especially in the offshore and in the north.

SOURCES OF INFORMATION

Bowen, W.D. (Chairperson). 2004. Report of the seal exclusion zone workshop. 11-13 May 2004, Cambridge Suites, Halifax, N.S. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Series 2004/022.

DFO 2003. Northern (2J+3KL) cod. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Stock Status Rep. 2003/018.

DFO 2004. Northern (2J+3KL) cod. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Stock Status Rep. 2004/011.

Colbourne, E.B., Brattey, J., Lilly, G., and Rose, G.A. 2003. The AZMP program contributes to the scientific investigation of the Smith Sound mass fish kill of April 2003. DFO Atlantic Zone Monitoring Program Bulletin 3: 45-48.

Lilly, G.R., and Murphy, E.F. 2004. Biology, fishery and status of the 2GH and 2J3KL (northern) cod stocks: information supporting an assessment of allowable harm under the Species at Risk Act for the COSEWIC-defined Newfoundland and Labrador population of Atlantic cod (*Gadus morhua*). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res Doc. 2004/102.

Lilly, G.R., Brattey, J,, Cadigan, N.G., Healey, B.P., and Murphy, E.F. 2005. An assessment of the cod (*Gadus morhua*) stock in NAFO Divisions 2J+3KL in March 2005. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2005/018.

Rivard, D., and Rice, J. (Chairpersons) 2002. National workshop on reference points for Gadoids. Ottawa, November 5-8, 2002. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2002/033.

FOR MORE INFORMATION

Contact: George Lilly
Fisheries and Oceans Canada
P.O. Box 5667
St. John's, NL A1C 5X1
Tel: (709) 772-0568
Fax: (709) 772-4105
E-Mail: lillyg@dfo-mpo.gc.ca

This report is available from the:

Regional RAP Office
Newfoundland and Labrador Region
Fisheries and Oceans Canada
P. O. Box 5667
St. John's, NL A1C 5X1

Telephone: (709) 772-8892
Fax: (709) 772-6100
E-Mail: osborned@dfo-mpo.gc.ca
Internet address: www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1480-4913 (Printed)
© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2005

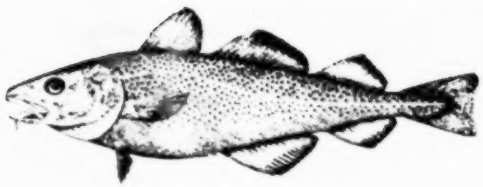
La version française est disponible à l'adresse ci-dessus.

CORRECT CITATION FOR THIS PUBLICATION

DFO, 2005. Stock Assessment Report on Northern (2J+3KL) Cod. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2005/024.

Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science
Région de Terre-Neuve et du Labrador
Secrétariat canadien de consultation scientifique
Avis scientifique 2005/024

ÉVALUATION DES STOCKS DE MORUE DU NORD (2J+3KL)



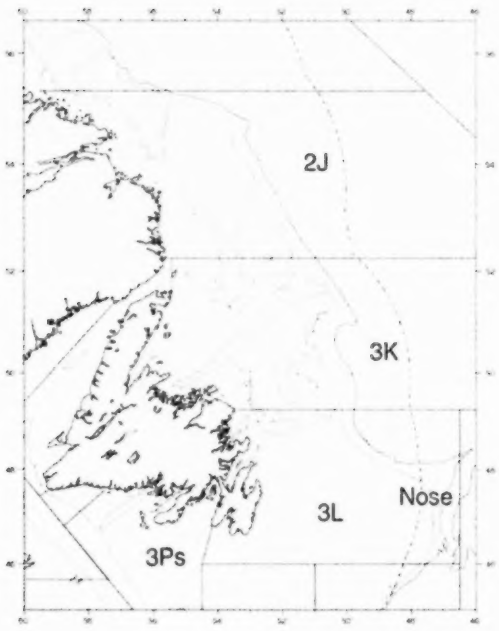


Figure 1 : Carte de la zone occupée par le stock de morue du Nord (2J+3KL). Le trait discontinu indique les limites de la zone économique exclusive (ZEE) de 200 milles marins du Canada.

Contexte

La biomasse du stock de morue du Nord (2J+3KL) au sud du Labrador et à l'est de Terre-Neuve totalisait environ trois millions de tonnes au début des années 1960. Dans les années 1960, la pêche s'est beaucoup intensifiée, des flottilles étrangères venant exploiter les fortes concentrations hivernant au large. Au milieu des années 1970, le stock avait chuté à environ 0,5 million de tonnes. Après l'extension de la zone de compétence canadienne, en 1977, le stock a augmenté pour atteindre un peu plus d'un million de tonnes au milieu des années 1980, avant de replonger à un niveau très bas à la fin des années 1980 et au début des années 1990. En juillet 1992, un moratoire sur la pêche commerciale était instauré.

Autrefois, un nombre important de morues du Nord migraient depuis les aires d'hivernage du large vers les aires d'alimentation côtières, où elles étaient exploitées par les pêcheurs côtiers traditionnels. Au milieu des années 1990, ces populations hauturières étaient devenues à peine détectables. En même temps, on constatait la présence de concentrations de morues dans les eaux côtières de la division 3L et dans le sud de la division 3K. Dans les années 1990, ces populations côtières semblaient plus productives que celles du large. Ainsi, en 1988, on a relancé une petite pêche dirigée parmi ces populations côtières. Les taux de prise ont par la suite diminué, ce qui a entraîné, en avril 2003, la fermeture de la pêche pour une période indéterminée. Une pêche de subsistance et récréative, qui avait été ouverte récemment pendant plusieurs années, a aussi été fermée.

Le capelan a toujours été la principale proie des morues adultes. Le phoque du Groenland est un important prédateur de la morue.

Canada

SOMMAIRE

- L'état du stock de morue de 2J+3KL a été évalué à partir de données provenant des relevés de recherche au chalut de fond, des relevés sentinelles, des relevés sur les pré-recrues, de relevés acoustiques menés dans une zone particulière, des expériences de marquage, d'une enquête téléphonique menée auprès des pêcheurs et des prises effectuées dans les pêches commerciales et récréatives.

- Dans l'ensemble, la biomasse du stock reproducteur du stock de morue de 2J+3KL demeure de beaucoup inférieure à la limite propre à assurer la conservation des stocks que l'on applique généralement selon l'approche de précaution à la gestion de pêches. Bien qu'un tel niveau n'ait pas été défini avec précision pour la morue de 2J+3KL, on prévoit qu'il se situera au-dessus de 300 000 t.

- En raison des différences dans la dynamique des populations de morue hauturières et côtières de 2J+3KL depuis le milieu des années 1990, l'information est présentée séparément pour les eaux extracôtières et les eaux côtières.

- Dans les eaux extracôtières, les relevés de recherche au chalut de fond du printemps et de l'automne 2004 indiquent que la biomasse de la morue demeure extrêmement faible. L'indice moyen de la biomasse des relevés d'automne de 2002 à 2004 est d'environ 19 000 t, ce qui est inférieur à 2 % de la moyenne pour les années 1980. Un indice de la biomasse du stock reproducteur dans les eaux extracôtières s'établit actuellement à environ 1 % du niveau observé pendant les années 1980.

- Les estimations fondées sur les données du relevé de recherche au chalut de fond d'automne indiquent que le recrutement dans les eaux extracôtières a été très faible et que la mortalité totale a été très élevée depuis au moins le milieu des années 1990. Peu de poissons dépassent l'âge 5.

- Dans les eaux côtières, les taux de prise constatés dans les relevés sentinelles (1995-2004) et les pêches commerciales (1998-2002) ainsi que les prises accessoires de morue dans les pêches dirigées vers d'autres espèces (2003-2004) indiquent qu'il y a eu relativement peu de morue dans 2J et dans le nord de 3K. Cependant, on a enregistré des taux de prise élevés à divers moments et endroits dans le sud de 3K et dans 3L.

- Les expériences de marquage ont révélé l'existence de deux groupes principaux de morue dans les eaux côtières du sud de 3K et dans 3L. Le premier groupe comprend des poissons résidents qui hivernent dans le nord de 3L et dans le sud de 3K et qui entreprennent des migrations saisonnières dans les baies de la Trinité, de Bonavista et de Notre-Dame. Le deuxième groupe est constitué de poissons migrateurs qui hivernent dans les zones côtières et extracôtières de 3Ps, gagnent le sud de 3L au printemps et en été, puis retournent dans 3Ps à l'automne. On pense que les migrateurs des eaux extracôtières de 2J+3KL contribuent actuellement peu à la biomasse dans les eaux côtières de 2J+3KL.

- Aux fins de la présente évaluation, les eaux côtières sont subdivisées en trois zones : 1) la zone du nord (2J et nord de 3K), qui contient relativement peu de morues; 2) la zone du centre (sud de 3K et nord de 3L), où la majeure partie des poissons résidents des eaux côtières se trouvent; 3) la zone du sud (sud de 3L), maintenant en grande partie dépendante de la morue qui hiverne dans les eaux côtières et extracôtières de 3Ps, se déplace vers le sud de 3L au printemps et en été, et revient vers 3Ps à l'automne.

- Les indices des taux de prise en eaux côtières dérivés des relevés sentinelles à la palangre et au filet maillant se sont accrus à partir de 1995 pour respectivement culminer en 1997 et en 1998, diminuer au début des années 2000, pour ensuite s'accroître de nouveau au cours des dernières années et atteindre des niveaux semblables à ceux de 1995.

- Les résultats d'une enquête téléphonique menée auprès des pêcheurs et les observations des représentants de l'industrie qui ont participé à la réunion d'évaluation révèlent que l'abondance suit des tendances géographiques semblables à celles constatées dans les données des relevés sentinelles et des relevés par navire scientifique en eaux extracôtières.

- Une proportion élevée des répondants de l'enquête téléphonique des baies de Bonavista, de la Trinité et St. Mary's estimaient que les taux de prise étaient plus élevés en 2004 que vers la fin des années 1980.

- Les relevés hydroacoustiques effectués sur la plus importante population d'hiver (bras Smith, baie de la Trinité) au cours des hivers de 1999 à 2004 nous ont permis d'établir des indices moyens de la biomasse atteignant 26 000 t en 2001, puis chutant à 18 000 t en 2004.

- Les résultats des expériences de marquage indiquent que les taux d'exploitation correspondaient en moyenne à 10 % de la biomasse exploitable (âges 4+ environ) dans la région côtière du centre de 1999 à 2002, avec un prélèvement moyen déclaré de 5 000 t. D'après ces estimations des taux d'exploitation, la biomasse exploitable de 1999 à 2002 s'établissait en moyenne à environ 50 000 t, sans afficher de tendance claire dans le temps.

- Les expériences de marquage ont révélé une mortalité naturelle annuelle de 48 % dans les eaux côtières de 3K et de 26 % dans les eaux côtières de 3L de 1997 à 2002.

- Une analyse séquentielle de la population (ASP) a été menée sur la morue résidente de la zone côtière du centre. L'analyse incorporait les prises de 1995 à 2004 et trois indices des relevés sentinelles. Les estimations établies avec l'ASP indiquaient que la biomasse du stock reproducteur de cette zone avait augmenté de 10 000 t en 1995 à 22 000 t en 1998, qu'elle avait diminué de 1998 à 2002 (lorsqu'une pêche commerciale a eu cours) pour s'établir à 7 000 t en 2003, puis qu'elle avait par la suite atteint 13 000 t au début de 2005. Cette augmentation est due à une mortalité par la pêche réduite et à l'amélioration récente du recrutement. L'estimation de la biomasse des individus d'âge 4+ au début de 2005 est d'environ 20 000 t. La mortalité par la pêche s'est accrue à partir de 1998 pour atteindre environ 35 % en 2001 et en 2002.

- À l'aide de l'ASP, on a établi des projections déterministes pour la zone côtière du centre pour la période allant 2005 à 2006 selon divers scénarios d'exploitation annuels. Selon les scénarios de prélèvements de 0 t ou de 2 500 t, la biomasse du stock reproducteur devrait augmenter. Avec un niveau d'exploitation de 5 000 t, elle devrait par contre diminuer.

- En raison des incertitudes entourant les niveaux de recrutement futurs, on a établi des projections déterministes pour la zone côtière du centre pour la période s'échelonnant de 2005 à 2008, en utilisant encore une fois divers scénarios d'exploitation annuels et trois hypothèses de recrutement (faible, moyen, élevé). Si aucun prélèvement n'a lieu, la biomasse du stock reproducteur devrait augmenter selon chacune des hypothèses de recrutement. Avec un niveau d'exploitation de 2 500 t, on estime que la biomasse du stock reproducteur diminuerait si le recrutement demeurait faible, mais augmenterait si le

recrutement était moyen ou élevé. Selon le scénario d'exploitation de 5 000 t, on prévoit que la biomasse du stock reproducteur diminuerait selon chacune des hypothèses de recrutement.

- La zone côtière du nord semble présenter des densités de morue très faibles. Tous les scénarios d'exploitation étudiés engendreraient sans doute une mortalité par la pêche élevée et réduiraient davantage le volume des stocks dans cette zone.

- La zone côtière du sud dépend principalement de la migration saisonnière des poissons, dont l'ampleur ne peut être prévue. En conséquence, on ne peut évaluer l'effet des divers scénarios de prélèvement.

- Il est possible que la pêche menée dans les eaux côtières empêche le rétablissement dans les eaux extracôtières.

- On ne dispose d'aucune nouvelle information concernant l'effet des phoques sur la dynamique de la morue. Les évaluations précédentes des stocks de morues nous ont permis de conclure, d'après le comportement alimentaire des phoques et les tendances concernant l'abondance des phoques et des morues, que la prédation par les phoques était un facteur contribuant à la mortalité totale élevée que présente la morue dans les eaux extracôtières et la mortalité naturelle élevée que présente la morue adulte dans les eaux côtières.

DESCRIPTION DE L'ENJEU

Justification de l'évaluation

L'évaluation des stocks de morue de 2J+3KL fait suite à une demande d'avis scientifique de Gestion des pêches et de l'aquaculture (GPA) – Région de Terre-Neuve et du Labrador. Le cadre de référence de l'évaluation était le suivant.

- Passer en revue les preuves indiquant si les populations de morues vivant présentement dans les eaux côtières sont stables et distinctes des populations qui historiquement passaient l'hiver et se reproduisaient dans les eaux extracôtières, puis migraient sur une base saisonnière vers les eaux côtières.

- Évaluer l'état actuel des populations extracôtières, des populations côtières et du stock dans son ensemble. Évaluer notamment la biomasse actuelle du stock reproducteur, la biomasse totale (âge 3+), le taux d'exploitation, la mortalité naturelle et les caractéristiques biologiques (composition par âge, taille selon l'âge, âge à la maturité, répartition, etc.). Décrire ces variables par rapport aux observations historiques.

- Mettre en évidence les principales sources d'incertitude de l'évaluation et, le cas échéant, envisager d'autres formules analytiques.

- Dans la mesure du possible et si les données nécessaires sont disponibles, fournir de l'information sur les effectifs des classes d'âge qui devraient joindre les rangs des populations exploitables d'ici un à trois ans.

- Évaluer les conséquences de prélèvements par la pêche dans les eaux côtières selon des scénarios variant de 0 t à 5 000 t par année en 2005 et à moyen terme. L'évaluation doit tenir compte de la croissance des populations côtières et extracôtières et du rétablissement du stock dans son ensemble.

- Évaluer la variabilité géographique et saisonnière de la densité et des habitudes migratoires de la morue dans les eaux côtières et la mesure dans laquelle une telle variabilité influe sur la quantité de morues disponibles à la pêche à l'échelle régionale et saisonnière. Quels sont les facteurs qui déterminent la vulnérabilité régionale à l'exploitation?

- L'évaluation doit être menée de façon à inclure les principes de l'approche de précaution, laquelle reconnaît qu'il faut faire preuve de prudence pour sauvegarder les ressources halieutiques et les écosystèmes marins. L'approche de précaution tient compte du fait que l'absence d'une complète certitude scientifique ne doit pas servir de raison pour remettre des décisions à plus tard lorsqu'il existe un risque de dommage grave ou irréversible.

La pêche

Les prises de morue du Nord ont augmenté au cours des années 1960 et ont atteint un sommet de plus de 800 000 t en 1968, puis elles ont diminué de façon constante pour atteindre un seuil de 140 000 t en 1978. Après être remontées à environ 240 000 t pendant une bonne partie des années 1980, elles ont chuté rapidement au début des années 1990, avant que l'on instaure un moratoire sur la pêche dirigée en 1992 (figure 2).

De 1993 à 1997, les prises enregistrées étaient des prises accessoires ou provenaient des pêches de subsistance et récréatives ainsi que des relevés sentinelles MPO-industrie commencés en 1995. Une petite pêche commerciale et indicatrice, limitée à des petits bateaux de pêche (<65 pieds) munis d'engins fixes, a commencé en 1998. Les prises enregistrées de 1998 à 2002 venaient des pêches dirigées à la morue, des prises accessoires, des relevés sentinelles et des pêches de subsistance et récréatives. Les pêches dirigées commerciales et les pêches récréatives ont été fermées pour une durée indéterminée en avril 2003.

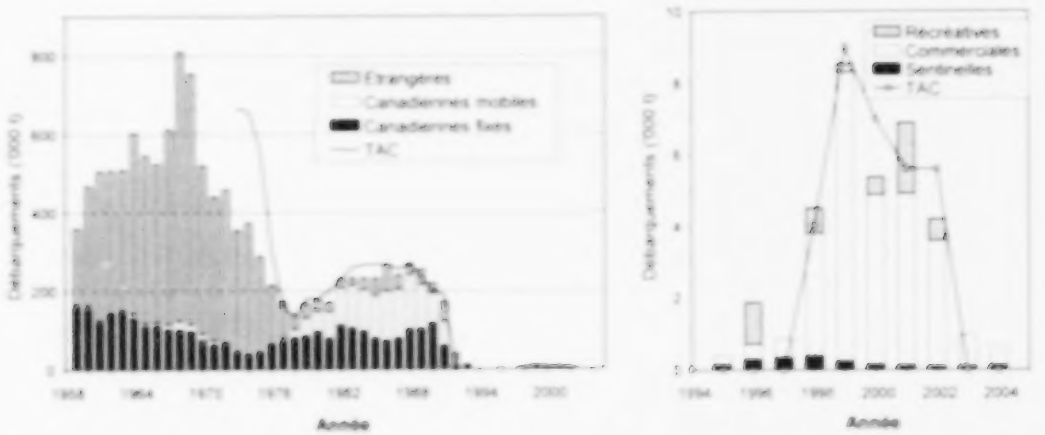


Figure 2 Totaux autorisés des captures (TAC) et débarquements (en milliers de tonnes) de 1959 à 2004. Le graphique de gauche illustre les débarquements par des flottilles étrangères et canadiennes, ceux de la flottille canadienne étant divisés entre les engins mobiles (eaux extracôtières) et les engins fixes (eaux côtières principalement). Le graphique de droite illustre la période de 1995 à 2004 plus en détail, les prises étant subdivisées entre les pêches de subsistance/récréatives, indicatrices/commerciales (y compris les prises accessoires) et sentinelles.

Tableau 1 Prises (en milliers de tonnes)

Année	62-76 moy	77-91 moy	1998	1999	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
TAC	S.O.	S.O.	4	9	7	6	6	0	0
Can. fixes	88	90	5	9	5	7	4	1	1
Can. mobiles	9	84	*	0	*	*	*	*	*
Autres	405	38	*	*	*	*	*	*	
Totaux	502	212	5	9	5	7	4	1	1

Les débarquements déclarés en 2003 se chiffraient à environ 880 t pour la pêche commerciale et à 90 t pour les relevés sentinelles, pour un total de 970 t.

La majeure partie des prises commerciales (780 t) étaient attribuables à une mortalité massive de morues survenue dans le bras Smith (baie de la Trinité) en avril 2003. La cause exacte de ce phénomène demeure incertaine, mais elle était clairement associée à des eaux exceptionnellement froides dans le bras (Colbourne *et al.*, 2003). Les morues ont été repêchées à la surface de l'eau à la gaffe et à l'épuisette. Un bon nombre d'entre elles étaient gelées, tandis que d'autres étaient inertes, mais encore vivantes. Il s'agissait en général de grandes morues se situant en grande partie dans la fourchette des 55 à 85 cm.

Le reste des prises déclarées était constitué de prises accessoires dans les pêches dirigées vers d'autres espèces. La plupart de ces prises (84 t) venaient des filets maillants utilisés dans la pêche à la plie rouge. La majeure partie d'entre elles avaient été capturées dans la baie de

Bonavista et dans la baie de la Trinité en juillet. Les prises accessoires en eaux extracotières des chalutiers canadiens se chiffraient à 3 t.

Les prises effectuées par des chalutiers étrangers en dehors de la limite de 200 milles marins sur le nez des Grands Bancs (division 3L) en 2003 totalisaient 23 t.

En termes de nombres de poissons, les débarquements au cours de 2003 ont été dominés par ceux récupérés lors de la mortalité de masse dans le bras Smith (68 %), suivis de ceux capturés par des filets maillants avec mailles de 5½ po ou plus (28 %) et par les filets maillants à petites maille (3¼ po) du relevé sentinelle (4 %). Les prises comprenaient un éventail d'âges (3-14 ans), les âges 6 et 7 étant prédominants. Les âges plus avancés (11 et 13 ans) étaient également fortement représentés dans les prises de 2003 selon l'âge en raison de l'incident du bras Smith. En conséquence, les prises totales selon l'âge étaient quelque peu inhabituelles comparativement à celles des cinq années précédentes.

La réglementation concernant la gestion des pêches a été modifiée pour 2004, faisant en sorte que chaque pêcheur a été limité à des prises accessoires maximales de 2000 livres (907 kilogrammes) et ce, dans l'ensemble des zones de pêche au poisson de fond. En outre, pour la pêche à la plie rouge, les prises accessoires de morues ne devaient pas excéder 20 %, ou 300 livres par pêcheur par jour. Nombre de pêcheurs ont pris une bonne partie ou l'ensemble de leur limite de 2000 livres de morue en pêchant la plie rouge, et dans de nombreux cas, les prises de plies rouges étaient de beaucoup inférieures aux prises de morues. Le maillage des filets maillants utilisés pour la pêche à la plie rouge était de 6½ à 8½ po, ce qui est plus grand que le maillage de 5½ à 6½ po employé dans les pêches dirigées à la morue qui ont eu cours de 1998 à 2002.

Les débarquements déclarés en 2004 étaient d'environ 520 t de prises accessoires dans les pêches commerciales et de 120 t pour les relevés sentinelles, pour un total de 640 t. La plupart des prises accessoires ont eu lieu dans la pêche à la plie rouge. Les prises accessoires des chalutiers canadiens en eaux extracôtières se sont chiffrées à 6 t. Les prises comprenaient un éventail d'âges (3-14 ans), les âges 6 et 7 étant prédominants. Les classes d'âge de 1990 et de 1992 (âges 14 et 12) étaient faiblement représentées.

On ne dispose pas encore d'estimation des prises des chalutiers étrangers en 2004 à l'extérieur de la limite de 200 milles marins, sur le nez des Grands Bancs (division 3L). Le Conseil scientifique de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO) a déterminé que, dans cette région, les prises annuelles de 2000 à 2003 oscillaient entre 20 et 80 t.

ÉVALUATION

Structure du stock

Depuis le milieu des années 1990, il existe une dichotomie entre la composante du stock qui vit dans les eaux côtières et celle des eaux extracôtières. La morue du large est petite et n'est présente qu'en très faible densité, tandis que la morue des eaux côtières comprend de plus gros individus et a été trouvée en densités relativement élevées à certains moments et à certains endroits. Diverses observations, tant passées que récentes, et les données génétiques en général, confirment l'hypothèse selon laquelle les eaux côtières abritent des populations fonctionnellement distinctes de celles des eaux extracôtières. On pense que les populations

côtières étaient petites dans le passé par rapport aux populations qui migraient du large vers la côte au printemps et en été.

Il ressort d'expériences de marquage réalisées après le moratoire que les eaux côtières de 3KL sont actuellement fréquentées par au moins deux groupes de morues : 1) un groupe résidant dans les eaux côtières du secteur nord, qui occupe les eaux allant de l'ouest de la baie de la Trinité vers le nord jusqu'à l'ouest de la baie Notre-Dame; 2) un groupe migrateur qui passe l'hiver dans les eaux côtières et les eaux extracôtières de 3Ps, qui gagne 3L à la fin du printemps et en été, puis qui revient dans 3Ps à l'automne. Les expériences de marquage ont aussi révélé de grandes migrations de morues entre la baie de la Trinité, la baie de Bonavista et la baie Notre-Dame. Par le passé, on n'a jamais remarqué cette structure de stock du fait que la majorité des poissons observés dans les pêches en eaux côtières étaient des migrateurs des eaux extracôtières.

On ne sait pas s'il existe des migrations entre les eaux côtières et les eaux extracôtières de 2J3KL à l'heure actuelle. Une morue, marquée en eaux côtières, a été reprise en eaux extracôtières après le milieu des années 1990; évidemment, il n'y a eu aucune pêche extracôtière à la morue pendant cette période, c'est pourquoi les reprises ne peuvent survenir que dans les pêches dirigées vers d'autres espèces. On pense que les migrateurs des eaux extracôtières de 2J+3KL contribuent peu à la biomasse de la morue dans les eaux côtières de 2J+3KL.

Indicateurs clés

En raison des différences constatées dans la dynamique des populations des eaux extracôtières et des eaux côtières depuis le milieu des années 1990, l'information concernant ces eaux est présentée séparément.

Eaux extracôtières

Les indices de la biomasse de la morue des eaux extracôtières établis d'après les **relevés scientifiques au chalut de fond** effectués en automne dans 2J3KL sont très faibles depuis plus de dix ans (figure 3). La légère amélioration constatée à la fin des années 1990 n'a pas duré. En 2003, l'indice de la biomasse se situait environ entre 1 et 2 % de la moyenne des années 1980.

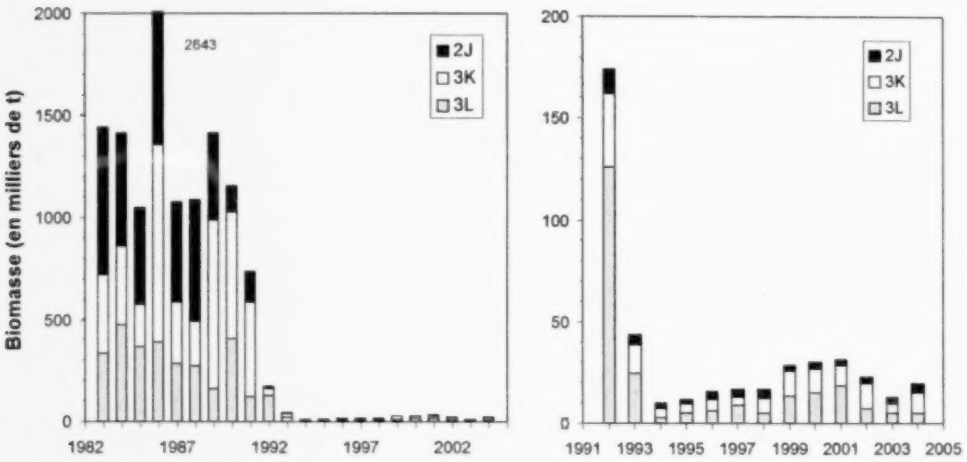


Figure 3 : Indice de la biomasse extracôtière établi d'après les relevés au chalut de fond effectués à l'automne dans 2J3KL. Le graphique de gauche présente les données de 1983 à 2004. L'échelle du graphique de droite ne correspond qu'aux premiers 10 % du graphique de gauche, ce qui nous permet de mieux voir les données de 1992 à 2004.

Au cours des trois dernières années, l'indice de la biomasse du stock reproducteur calculé d'après les relevés d'automne est demeuré à environ 1 % de la moyenne des années 1980.

L'indice de la biomasse du relevé de recherche au chalut de fond mené au printemps dans 3L a, de 2002 à 2004, été inférieur à 1 % de la moyenne dans les années 1980 (figure 4).

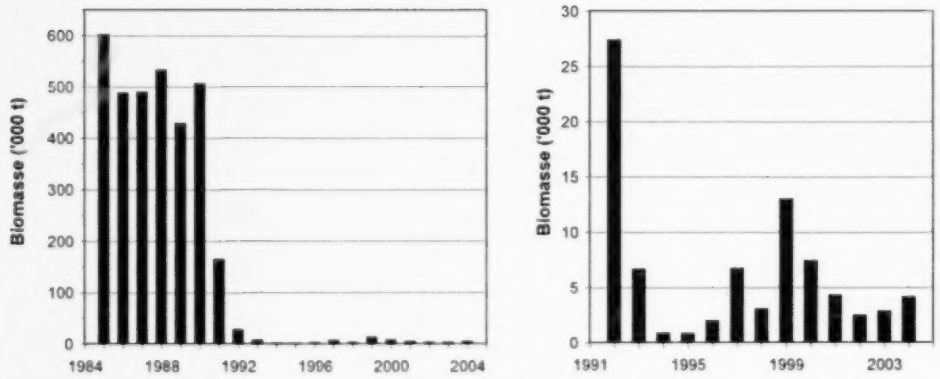


Figure 4 : Indice de la biomasse des relevés au chalut de fond effectués au printemps dans 3L. Le graphique de gauche présente les données de 1985 à 2004. Le graphique de gauche présente les données de 1983 à 2004. L'échelle du graphique de droite ne correspond qu'aux premiers 5 % du graphique de gauche, ce qui nous permet de mieux voir les données de 1992 à 2004.

Eaux côtières

Aux fins de la présente évaluation, les eaux côtières sont subdivisées en trois zones (figure 5) : 1) la zone du nord (2J et nord de 3K), qui contient relativement peu de morues; 2) la zone du centre (sud de 3K et nord de 3L), où la majeure partie des poissons résidents des eaux côtières se trouvent; 3) la zone du sud (sud de 3L), maintenant en grande partie dépendante de la morue qui hiverne dans les eaux côtières et extracôtières de 3Ps, se déplace vers le sud de 3L au printemps et en été, et revient vers 3Ps à l'automne. Les limites de ces zones sont Partridge Point, à l'extrémité ouest de la zone unitaire 3Kh et Grates Point, à l'extrémité sud de la zone unitaire 3Lb.

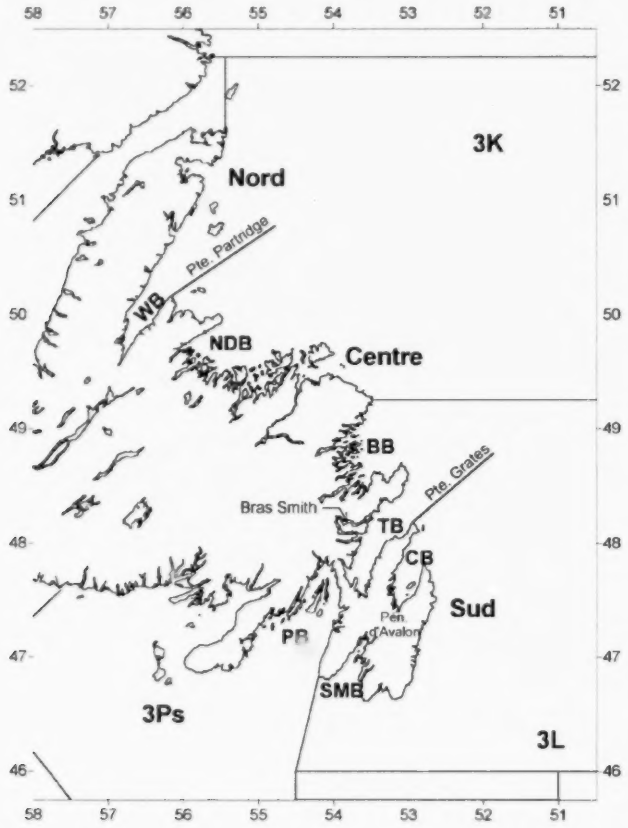


Figure 5 : Carte des eaux côtières de l'est de Terre-Neuve indiquant l'emplacement des zones côtières du nord, du centre et du sud telles que définies pour la présente évaluation. Sont en outre indiqués le bras Smith, la péninsule d'Avalon et les principales baies : baie White (WB), baie Notre-Dame (NDB), baie de Bonavista (BB), baie de la Trinité (TB), baie de la Conception (CB) et baie St. Mary's (SMB). La baie de Plaisance (PB) se trouve dans la sous-division 3Ps.

L'extension du **relevé au chalut de fond** aux eaux côtières depuis 1996 a entraîné une augmentation des taux de prise moyens et un élargissement de la composition selon l'âge par rapport aux eaux extracôtières, mais une composition selon l'âge plus limitée que celle constatée dans les prises des pêches commerciales et sentinelles.

Des **relevés hydroacoustiques** ont été réalisés dans le bras Smith, dans l'ouest de la baie de la Trinité (3L), à divers moments depuis le printemps 1995. Les relevés d'hiver (janvier-février) sont des relevés standards effectués par la chaire de conservation des ressources halieutiques de la Memorial University of Newfoundland depuis 1999. Les indices moyens de la biomasse ont augmenté et culminé à environ 26 000 t en 2001, puis ont diminué à 23 000 t en 2002, à 20 000 t en 2003 et à 18 000 t en 2004. La fourchette de tailles des poissons échantillonnés durant le relevé de 2004 était vaste (35 à 120 cm).

Les **relevés sentinelles** dans 2J3KL ont débuté en 1995; on voulait ainsi recueillir des données sur la densité relative de la morue dans les lieux de pêche côtiers classiques en utilisant deux engins répandus dans la pêche commerciale, à savoir les filets maillants avec mailles de 5½ po et les palangres. Depuis 1996, de petits filets maillants avec mailles de 3¼ po sont employés à nombre de sites de pêche sentinelle pour fournir des informations sur la taille des nouvelles classes d'âge. Ces filets maillants sont sélectifs pour les petits poissons (environ 34 à 44 cm; âges 3 et 4). Les taux de prise avec les deux engins commerciaux ont été relativement bas depuis le début du relevé dans 2J et 3K, au nord de la baie White. Cependant, les poissons sont présents selon une densité suffisante pour permettre des taux de prise de moyens à élevés à certains moments et à certains endroits depuis la baie White à la limite sud de la zone occupée par le stock. En 2004, les taux de prise les plus élevés ont généralement été enregistrés dans le sud de la baie de Bonavista et la baie de la Trinité, au nord de 3L, et dans la baie St .Mary's, au sud de 3L, à côté de 3Ps.

Pour assurer la continuité avec les évaluations précédentes (MPO, 2003), on a normalisé les données combinées sur les taux de prise dans 2J3KL pour annuler les effets liés au site et aux saisons et produire des indices annuels du taux de prise total et du taux de prise selon l'âge. Les indices des taux de prise agrégés selon l'âge pour les palangres et les filets maillants (mailles de 5½ po) se sont accrus à partir de 1995 pour respectivement culminer en 1997 et en 1998, diminuer au début des années 2000, pour ensuite s'accroître de nouveau au cours des dernières années et atteindre des niveaux semblables à ceux de 1995 (figure 6).

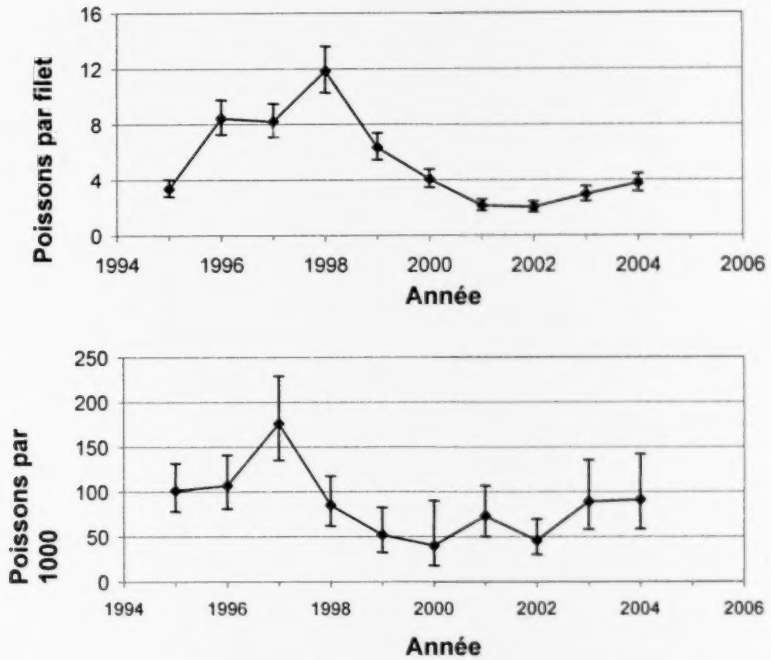


Figure 6 : Taux de prise normalisés et combinés des relevés sentinelles effectués dans 2J3KL; filets maillants (mailles de 5½ po) en haut et palangres en bas.

Les taux de prise aux âges 3 et 4 combinés pour les petits filets maillants (mailles de 3¼ po) étaient élevés au cours des premières années, puis ont décliné vers la fin des années 1990, avant remonter et de se stabiliser en 2003 à un niveau environ égal à celui des premières années, mais ont encore diminué en 2004 (figure 7).

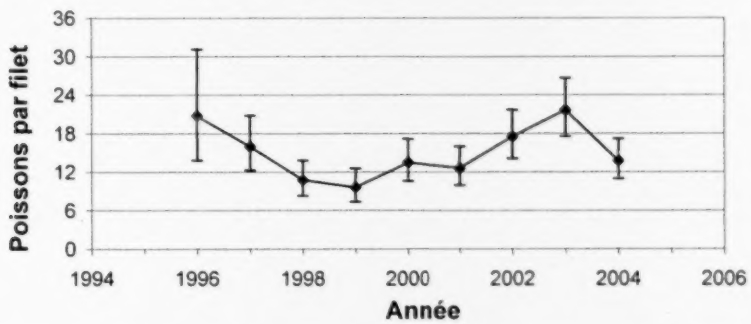


Figure 7 : Taux de prise normalisés et combinés pour les âges 3 et 4 dérivés des relevés sentinelles au filet maillant (mailles de 3¼ po) dans 2J3KL.

Les données des relevés sentinelles au filet maillant (5½ po) ont été également subdivisées selon les zones du nord, du centre et du sud décrites précédemment afin de fournir de l'information sur les tendances dans certains secteurs (figure 8). Dans la zone

du nord, les taux de prise moyens sont demeurés faibles depuis 1995, mais étaient légèrement plus hauts vers la fin des années 1990 que pendant les années 2000. Dans les zones du centre et du sud, les tendances dans le temps étaient très semblables entre elles et également similaires à la tendance de l'indice combiné. En outre, l'ampleur des taux de prise dans les zones du centre et du sud était très semblable.

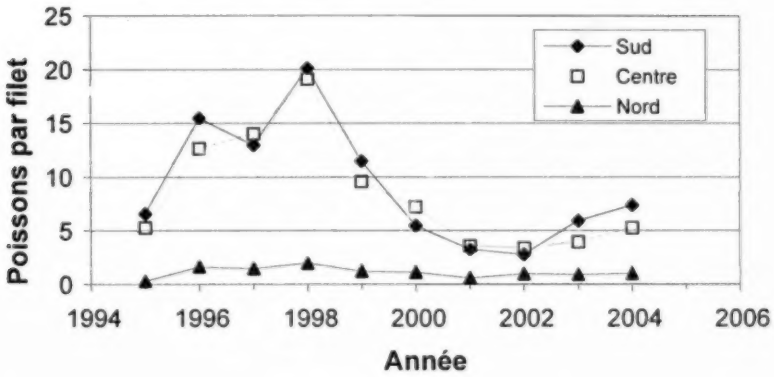


Figure 8 : Taux de prise normalisés des relevés sentinelles avec filets maillants (5½ po) dans les zones du nord, du centre et du sud.

Un examen des taux de prise selon l'âge avec chacun des trois engins employés dans les relevés sentinelles indique que les classes d'âge de 1990 et de 1992 étaient fortes, que les classes d'âge du milieu des années 1990 étaient faibles, et que les classes d'âge de la fin des années 1990 et 2000 étaient modérément fortes.

Les taux de prise de la pêche dirigée à la morue enregistrés de 1998 à 2002 ont affiché des tendances géographiques et temporelles qui étaient semblables à celles des taux de prise observés dans les relevés sentinelles effectués au cours de la même période (MPO, 2003).

Biologie de la population

La **proportion d'individus matures selon l'âge** a augmenté chez les jeunes femelles prélevées lors des relevés au chalut de fond d'automne effectués au début des années 1990, mais a fluctué depuis (figure 9).

Par exemple, la proportion de morues d'âge 6 qui sont matures a augmenté, passant d'environ 0,4 à 0,6 dans les années 1980 à plus de 0,6 depuis le début des années 1990. Les mâles atteignent généralement la maturité un an avant les femelles, cette tendance se maintenant au fil des ans.

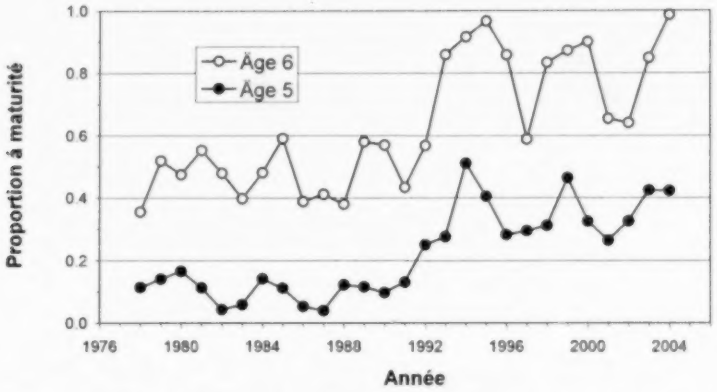


Figure 9 : Pourcentage de femelles ayant atteint la maturité aux âges 5 et 6 tel que prévu par la modélisation des données sur la maturité issues des relevés au chalut de fond effectués à l'automne dans les eaux extracôtières.

La **longueur selon l'âge** des morues échantillonnées dans le cadre des relevés d'automne effectués dans les eaux extracôtières a diminué de 1983 à 1985 et a poursuivi son déclin au début des années 1990, en particulier dans 2J (figure 10). Elle a augmenté au cours des dernières années, mais se situe encore en dessous des pics observés à la fin des années 1970. La plus grande partie de la variabilité de la croissance est imputable à la variabilité de la température de l'eau.

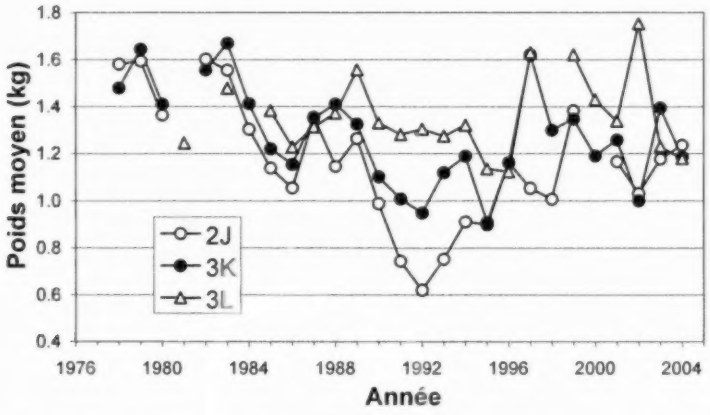


Figure 10 : Poids moyen (kg) des morues d'âge 5 échantillonnées dans le cadre des relevés de recherche au chalut de fond effectués à l'automne.

La **condition** de la morue, telle qu'indiquée par le poids après éviscération et le poids du foie par rapport à la longueur du poisson, s'est appauvrie dans les eaux extracôtières au début des années 1990, en particulier dans 2J. Depuis le milieu des années 1990, elle est similaire aux niveaux observés au milieu des années 1980. Les pêcheurs qui ont répondu à l'enquête téléphonique ont rapporté que la condition de la morue dans les eaux côtières était bonne.

Tendances relatives aux stocks

Eaux extracôtières

Actuellement, il n'existe pas de modèle analytique de la dynamique de la morue dans les eaux extracôtières de 2J3KL. L'information sur le recrutement et la mortalité est dérivée des analyses des taux de prise moyens selon l'âge issus des relevés au chalut de fond effectués dans les eaux extracôtières à l'automne.

Un indice du **recrutement** (figure 11) montre que les classes d'âge de 1980 à 1982 sont relativement fortes, et que celle de 1986 et particulièrement celle de 1987 sont également fortes. Cette dernière crête dans l'abondance des jeunes poissons, qui semble avoir disparu rapidement dans les relevés et les prises commerciales, n'aura apporté qu'une très faible contribution au stock reproducteur. Toutes les classes d'âge depuis la fin des années 1980 ont été très faibles dans les eaux extracôtières.

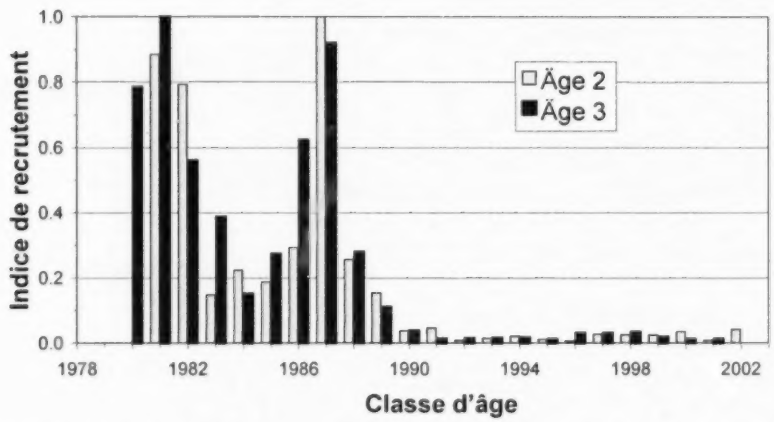


Figure 11 : Tailles relatives des classes d'âge de 1980 à 2002 dans les eaux extracôtières de 2J3KL, telles que mesurées dans les prises moyennes par trait aux âges 2 et 3 au cours des relevés au chalut de fond effectués dans les eaux extracôtières à l'automne. Le nombre maximal par trait a été établi à 1 dans la série chronologique pour chaque âge.

Les taux de **mortalité** par âge (proportion de la population qui meurt chaque année) ont atteint des niveaux très élevés au début des années 1990 et sont demeurés extrêmement élevés pendant quelques années après l'imposition du moratoire en 1992. La rareté des grosses morues (7+ ans) dans les prises observées dans les relevés depuis le début des années 1990 ne nous permet pas d'estimer la mortalité totale chez les morues âgées. La mortalité chez les jeunes morues (figure 9) est demeurée très élevée (de 40 à 60 % par année à 4 ans et de 60 à 90 % par année à 6 ans).

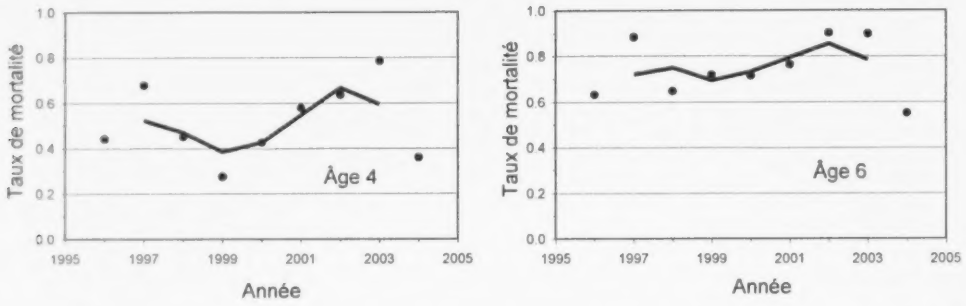


Figure 12 : Mortalité par âge calculée à partir des prises par trait selon l'âge au cours des relevés au chalut de fond effectués dans les eaux extracôtières de 2J3KL à l'automne. À titre d'exemple, dans le graphique de l'âge 4, la valeur de 0,7 pour 1997 correspond à la mortalité parmi la classe d'âge de 1993 à partir de l'âge 3 en 1996 jusqu'à l'âge 4 en 1997. La ligne indique la moyenne mobile sur trois ans.

Jusqu'à maintenant, il a été impossible d'établir dans quelle mesure la pêche et la mortalité naturelle ont contribué à cette mortalité totale élevée. Les prises accessoires rapportées dans les eaux extracôtières ont été faibles, c'est pourquoi on considère fortement la possibilité que la mortalité naturelle soit élevée.

Eaux côtières

Une **expérience de marquage** de la morue adulte (>45 cm) à grande échelle a été entreprise au printemps 1997 dans les zones de stock de morue de 2J3KL et de 3Ps. De 1997 à 2004, environ 92 000 morues ont été marquées et remises à l'eau, et environ 17 000 ont été recapturées jusqu'à maintenant. Les analyses de ces données (rapportées depuis 1999) nous ont permis d'estimer les taux d'exploitation et la biomasse exploitable et nous ont fourni des informations sur les taux de mortalité naturelle. Dans ces analyses, la zone des eaux côtières du centre comprend le sud de 3K (de la péninsule de Baie Verte vers l'est) et le nord de 3L (baie de Bonavista et baie de la Trinité). Ces régions ont été établies pour refléter la structure d'un éventuel sous-stock et la variation spatiale des taux d'exploitation.

Les résultats des expériences de marquage indiquent que les taux de prise s'établissaient en moyenne à 10 % de la biomasse exploitable (âge 4+ environ) dans la zone des eaux côtières du centre de 1999 à 2002, avec des prises moyennes déclarées de 5 000 t. D'après ces estimations des taux de prise, la biomasse exploitable de 1999 à 2002 se serait maintenue en moyenne à environ 50 000 t, sans afficher de tendance claire. Les retours d'étiquettes et les débarquements sont insuffisants pour que l'on puisse établir des estimations comparables pour 2003 et 2004.

Les expériences de marquage ont révélé une mortalité naturelle annuelle de 48 % dans les eaux côtières de 3K et de 26 % dans les eaux côtières de 3L de 1997 à 2002.

Avant l'effondrement du stock de morue de 2J3KL, l'**analyse séquentielle de population** (ASP) appliquée à l'ensemble du stock était le principal outil utilisé pour estimer la taille et les tendances du stock au fil du temps. Cette méthode est appliquée de nouveau dans la présente évaluation aux données recueillies sur la morue des eaux côtières depuis le milieu des années 1990. Aux fins de la présente évaluation, la zone

visée par l'analyse a été encore réduite pour n'englober que la zone des eaux côtières du centre. Les débarquements effectués à l'occasion de la mortalité de masse du bras Smith en 2003 ont été inclus. Le modèle tenait également compte des indices établis pour chacun des trois engins utilisés dans les relevés sentinelles effectués dans cette zone. La mortalité naturelle a été fixée, d'après des résultats de l'expérience de marquage, à 33 % (M=0,4) pour toutes les années et tous les âges dans l'ASP.

Les estimations établies avec l'ASP indiquaient que la biomasse du stock reproducteur de cette zone était passée de 10 000 t en 1995 à 22 000 t en 1998, qu'elle avait diminué de 1998 à 2002 (lorsqu'une pêche commerciale a eu cours) pour s'établir à 7 000 t en 2003, puis qu'elle avait par la suite atteint 13 000 t au début de 2005 (figure 13). Cette augmentation est due à une mortalité par la pêche réduite et à l'amélioration récente du recrutement. L'estimation de la biomasse des individus d'âge 4+ au début de 2005 est d'environ 20 000 t (figure 13).

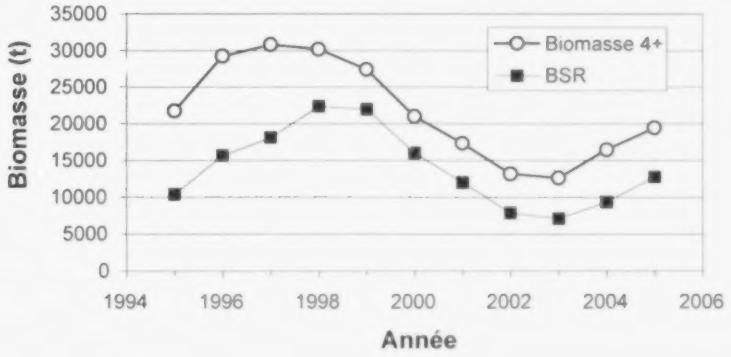


Figure 13 : Estimations de la biomasse exploitable (4+) et de la biomasse du stock reproducteur (BSR) établies avec l'ASP pour la zone des eaux côtières du centre.

La mortalité par la pêche (figure 14) a augmenté à partir de 1998 pour atteindre un sommet de 0,42 (environ 35 %) en 2001 et en 2002.

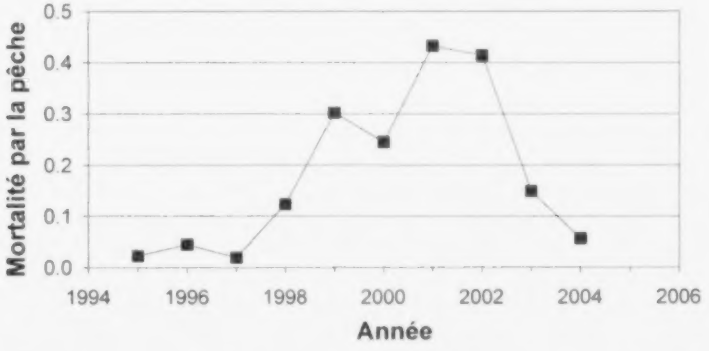


Figure 14 : Estimations de la mortalité par la pêche (âges 5-10) établies avec l'ASP pour la zone des eaux côtières du centre.

Pour la courte période couverte par l'ASP, l'effectif des classes d'âges (abondance à l'âge 3) était relativement élevé en 1992, après quoi il a affiché un déclin de 1996 à 1997, avant d'augmenter à nouveau jusqu'en 2000 (figure 15).

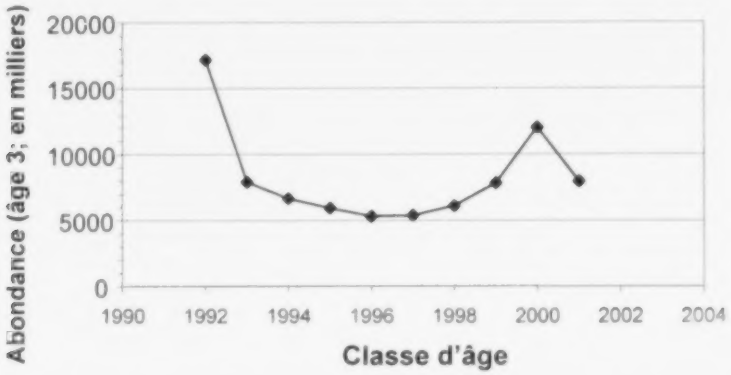


Figure 15 : Estimations du recrutement (abondance à l'âge 3) établies avec l'ASP pour la zone des eaux côtières du centre.

L'âge 3 est le plus jeune âge des indices d'ajustement utilisés dans l'ASP du fait que les âges inférieurs à l'âge 3 ne nous permettent pas de prévoir de façon fiable le recrutement à la pêche subséquent. L'information sur les classes d'âge récentes provient des relevés de recherche au chalut de fond menés dans les baies, des pêches aux filets maillants à petites mailles et des pêches à la senne de plage effectuées dans la baie de Bonavista. Certaines données de ces indices semblent indiquer que la classe d'âge de 2002 a été à tout le moins modérément forte, mais d'autres données indiquent un effectif moindre. Les données pour la senne de plage indiquent que les classes d'âge de 2003 et de 2004 seraient faibles. Les pêcheurs ont noté une abondance plus élevée des petites morues (<25 cm; âge 0 à 2 environ) dans les zones côtières au cours des deux ou trois dernières années comparativement aux niveaux enregistrés au milieu des années 1990.

Sources d'incertitude

Au cours des trois dernières années, les relevés au chalut de fond effectués à l'automne se sont prolongés bien au-delà de la période normale (jusqu'à l'hiver) en raison de problèmes concernant les navires. Ces changements peuvent affecter les estimations de l'abondance et de la biomasse fondées sur les relevés. La répartition, la croissance, la condition et la maturité varient sur une base saisonnière, et les changements dans la période d'exécution des relevés compliquent davantage la comparaison des résultats des relevés récents avec ceux des années précédentes. Le relevé de 2004 n'a pas été terminé. Il en a résulté une sous-estimation de la taille de la population, mais pas nécessairement une sous-estimation du taux de prise moyen.

Il a été impossible d'établir des estimations des taux d'exploitation, de la mortalité naturelle et de migration pour 2003 et 2004 à partir de l'information des expériences de marquage en raison des prises limitées, du faible nombre d'étiquettes retournées et de la réduction importante du marquage de morues pendant cette période.

Au faible nombre d'étiquettes retournées par les pêcheurs de 2J3KL s'ajoutent des facteurs tels que la sélectivité des engins, la migration, la conservation des étiquettes et la déclaration des étiquettes. Les méthodes employées pour analyser ce type de données ne sont pas très perfectionnées et sont mal comprises, comparativement à des méthodes plus standard comme l'ASP. Cela est particulièrement vrai en ce qui concerne l'estimation de la mortalité naturelle.

L'ASP pour la zone des eaux côtières du centre est fondée sur une brève série chronologique d'indices et de prises (1995-2004). Cela augmente l'incertitude des estimations de la taille des stocks, mais devrait avoir moins d'incidence sur les tendances.

La valeur de la mortalité naturelle (M=0,4) utilisée dans l'ASP a été établie à partir d'expériences de marquage menées de 1997 à 2002 et est considérée comme incertaine. Les résultats de l'ASP sont sensibles à cette valeur.

Le degré de non-déclaration des prises est inconnu. S'il est substantiel, il y a alors davantage d'incertitude dans l'évaluation et dans l'évaluation de l'effet des prélèvements futurs.

L'écosystème de 2J3KL a subi des changements radicaux depuis les années 1980. Il est difficile de déterminer l'importance relative de la pêche, du milieu physique et des interactions biologiques comme causes de ces changements et de leur maintien. Une incertitude considérable entoure les effets possibles de la variabilité et du changement climatiques sur divers aspects de la dynamique des populations de morue, en particulier aux premiers stades de son cycle biologique. Il existe également beaucoup d'incertitude au sujet de la biomasse et de la disponibilité des proies aux divers stades de la croissance de la morue, notamment le macro-zooplancton qu'elle consomme à ses stades larvaires et juvéniles et le capelan dont elle se nourrit plus tard.

POINT DE VUE ADDITIONNELS DES INTERVENANTS

Une enquête téléphonique a été menée par la Fish, Food and Allied Workers Union (FFAW) pour obtenir l'avis des pêcheurs sur l'abondance de la morue dans les eaux côtières, la taille et la condition de la morue ainsi que l'abondance des proies. Dans 2J, la plupart des pêcheurs estimaient que l'abondance de la morue a été inférieure en 2004 à ce qu'elle était à la fin des années 1980, mais supérieure à ce qu'elle était en 2002, la dernière année de pêche commerciale indicatrice à la morue. Dans 3K, aucune indication claire ne nous a permis de comparer l'abondance de la morue en 2004 à celle enregistrée à la fin des années 1980, mais la plupart des pêcheurs estimaient que l'abondance en 2004 était à peu près identique ou supérieure à celle observée en 2002. Dans 3L, la plupart des pêcheurs des baies de Bonavista, de la Trinité et St. Mary's estimaient que l'abondance de la morue en 2004 était meilleure qu'elle ne l'était vers la fin des années 1980 et qu'en 2002. Dans la baie de la Conception et le long de la partie est de la péninsule d'Avalon, aucune indication claire ne nous a permis de comparer l'abondance de la morue en 2004 à celle enregistrée à la fin des années 1980, mais la plupart des pêcheurs estimaient que l'abondance en 2004 était supérieure à celle observée en 2002.

Les pêcheurs qui ont participé à la réunion d'évaluation ont indiqué que les taux de prise enregistrés dans les baies de la Trinité, de Bonavista et St. Mary's étaient beaucoup plus élevés ces dernières années que pendant les années 1980. L'abondance est non seulement plus élevée dans les aires de pêche classiques, mais également dans les zones non

classiques. Il a été difficile de mouiller un engin fixe, y compris les casiers à homard, sans capturer de morue. Ce problème s'est intensifié au cours des dernières années.

Les pêcheurs signalent un accroissement de l'abondance des petites morues (<25 cm) au cours des deux ou trois dernières années comparativement aux niveaux enregistrés au milieu des années 1990.

On note peu d'observations de grands chalutiers hauturiers en raison de l'activité limitée dans le secteur. Cependant, une entreprise a déclaré n'avoir capturé aucune morue pendant la pêche au flétan du Groenland du printemps et de l'été et rapporte qu'aucune concentration hauturière de morues n'a été observée sur leurs échosondeurs lorsque leurs bateaux circulaient entre la baie de la Trinité et les aires de pêche à la crevette, au nord.

CONCLUSIONS ET AVIS

Dans le cadre de la présente l'évaluation, on a établi des projections déterministes de trois ans sur la taille des stocks (jusqu'en 2008) à partir des résultats de l'ASP pour la zone des eaux côtières du centre (sud de 3K et nord de 3L). Les projections ont été établies en fonction de scénarios d'exploitation de 0 t, de 2 500 t et de 5 000 t. En raison des incertitudes relatives au recrutement à venir, trois valeurs (faible, moyen et élevé) ont été considérées dans les projections. La valeur recrutement faible correspondait à l'estimation minimale de l'âge 2 établie avec l'ASP pour 1995 à 2003; le recrutement moyen correspondait quant à lui à la moyenne géométrique de 2001 et de 2003; finalement, la valeur de recrutement élevé était la valeur estimée maximale (à l'âge 2) obtenue avec l'ASP. La valeur de la mortalité naturelle utilisée dans les projections était pour sa part identique à celle employée dans l'ASP (M=0,4).

La projection de la biomasse du stock reproducteur pour 2005 à 2006 est peu sensible à la valeur du recrutement présumée. Selon les scénarios de prélèvements de 0 t ou de 2 500 t, la biomasse du stock reproducteur devrait augmenter, indépendamment du niveau de recrutement présumé (tableau 2). Cette situation s'explique par l'entrée de la classe d'âge de 2000, qui est relativement forte, dans la biomasse du stock reproducteur. Selon un scénario d'exploitation de 5 000 t, on prévoit une diminution de la biomasse du stock reproducteur.

Tableau 2 : Changements projetés dans la biomasse du stock reproducteur (BSR) pour différents scénarios d'exploitation et divers niveaux de recrutement, de 2005 à 2006.

% de changement dans la BSR entre 2005 et 2006 (1er janv.)				
Recrutement		Scénario d'exploitation		
		0t	2,500t	5,000t
	Faible	26%	9%	-7%
	Moyen	27%	10%	-6%
	Élevé	27%	11%	-5%

Dans la projection sur trois ans (de 2005 à 2008), la biomasse du stock reproducteur devrait augmenter, si aucun prélèvement n'a lieu, pour chaque hypothèse de recrutement (tableau 3). Selon un scénario d'exploitation de 2 500 t, on prévoit une diminution de la biomasse du stock reproducteur si le recrutement est faible, mais une augmentation si le recrutement est moyen ou élevé. Selon un scénario d'exploitation de 5 000 t, on prévoit une diminution de la biomasse du stock reproducteur pour chacun des scénarios de recrutement.

Tableau 3 : Changements projetés dans la biomasse du stock reproducteur (BSR) pour différents scénarios d'exploitation et divers niveaux de recrutement, de 2005 à 2008.

% de changement dans la BSR entre 2005 et 2008 (1er janv.)				
Recrutement		Scénario d'exploitation		
		0t	2,500t	5,000t
	Faible	35%	-8%	-50%
	Moyen	57%	14%	-28%
	Élevé	75%	32%	-10%

Les résultats des projections sont fonction de la valeur de la mortalité naturelle utilisée dans l'ASP et les projections. L'information sur la variabilité spatiale et temporelle de la mortalité naturelle est insuffisante pour que l'on puisse explorer des solutions de rechange valables. Cependant, si la mortalité naturelle future diffère de la valeur présumée, les changements de la BSR projetés différeront des résultats susmentionnés.

Les projections ci-devant ne s'appliquent que pour la zone des eaux côtières du centre. Pour la zone des eaux côtières du nord (2J et nord de 3K), on peut déduire en s'appuyant sur les faibles taux de prise observés dans les relevés sentinelles (1995 à 2004) et la pêche commerciale (1998 à 2002) que les densités de morue sont très faibles. Tous les scénarios d'exploitation envisagés provoqueraient probablement une mortalité par la pêche élevée et réduiraient davantage la taille des stocks dans cette zone.

Pour la zone des eaux côtières du sud (sud de 3L), il est clair que les taux de prise ont été relativement élevés à certains moments et à certains endroits. Les données des expériences de marquage démontrent que les pêches pratiquées dans la zone de 1998 à 2002 dépendaient principalement de la migration saisonnière. Comme l'ampleur de la migration dans les années à venir ne peut être prévue, l'effet des divers scénarios de prélèvement ne peut être estimé. Cependant, les pêches réalisées dans le sud de 3L contribueront à l'accroissement de la mortalité dans les groupes de poissons qui migrent entre la baie de Plaisance et le sud de 3L. Or, ces poissons subissent déjà une mortalité par la pêche élevée dans la baie de Plaisance.

Selon l'**approche de précaution**, il faut définir des points de référence limites (pour assurer la conservation du stock) indiquant que la productivité d'un stock est compromise et que ce stock a été gravement endommagé. La biomasse du stock de morue de 2J+3KL dans son ensemble n'est pas connue, mais elle est manifestement bien en dessous des points de référence limites. Aucun point de référence limite pour la biomasse du stock reproducteur n'a été établi pour la morue de 2J+3KL, mais on a prévu que la limite devrait dépasser 300 000 t pour le stock dans son ensemble (Rivard et Rice, 2002). Étant donné l'absence de rétablissement dans les eaux extracôtières au cours de la dernière décennie, il est clair que la productivité du stock dans son ensemble est sérieusement altérée.

Le risque associé à l'exploitation des populations des eaux côtières va au-delà des points de référence limites. Il est fort probable que la morue se trouvant actuellement dans les eaux extracôtières de 2J3KL entreprenne une migration au printemps et en été pour aller s'alimenter dans les eaux côtières. Compte tenu des niveaux actuels des populations hauturières, la capture de poissons du large dans les eaux côtières empêchera le rétablissement des populations des eaux extracôtières. Nombre des poissons pêchés dans le passé dans les eaux côtières n'avaient pas atteint leur maturité; ainsi, toute pêche pratiquée aujourd'hui dans les eaux côtières pourrait éliminer un certain nombre de poissons hauturiers avant qu'ils puissent se reproduire.

La possibilité que la morue se trouvant présentement dans les eaux côtières puisse repeupler les eaux extracôtières de 2J3KL demeure incertaine. Les études génétiques menées à l'aide de microsatellites ont démontré une sous-structure démographique entre la plupart des zones côtières et extracôtières. Il semblerait que cette sous-structure soit un indice de la faible probabilité que les reproducteurs des eaux côtières contribuent au rétablissement des populations hauturières. Cependant, l'existence d'une sous-structure n'exclut pas la possibilité que des reproducteurs des eaux côtières jouent un rôle dans le rétablissement des populations du large. Si les poissons présents actuellement dans les eaux côtières pouvaient recoloniser le plateau, alors l'augmentation de la biomasse des eaux côtières accroîtrait les probabilités que les poissons des eaux côtières puissent se déplacer vers les eaux extracôtières.

Compte tenu de ce qui précède, il existe un risque que la pêche pratiquée dans les eaux côtières empêche le rétablissement de l'espèce dans les eaux extracôtières.

De nombreuses populations peuvent hiverner dans les eaux côtières, la plus importante étant de loin celle du bras Smith. Les petites populations de morue résidant à côté de grandes communautés de pêcheurs (comme dans certaines parties de la baie Notre-Dame) sont plus vulnérables à la surexploitation que la population relativement importante du bras Smith. Pour protéger les petites populations, il faut que les prélèvements demeurent faibles dans les zones où la densité de la morue est peu élevée.

AUTRES CONSIDÉRATIONS

Prédation par les phoques

On ne dispose d'aucune nouvelle information concernant l'effet des phoques sur la dynamique de la morue. Les évaluations précédentes des stocks de morue (MPO, 2003) arrivent à la conclusion que, d'après le comportement alimentaire des phoques et les tendances relatives à l'abondance des phoques et de la morue, la prédation exercée par les phoques est un facteur qui contribue à la mortalité totale élevée chez la morue dans les eaux extracôtières et à la mortalité naturelle élevée chez les morues adultes dans les eaux côtières.

Les estimations de la quantité de morues consommées par les phoques du Groenland sont fondées sur des estimations des populations de phoque du Groenland, les besoins énergétiques des phoques, la durée moyenne de la présence des phoques dans 2J3KL, la répartition relative des phoques entre les eaux côtières et les eaux extracôtières et le contenu stomacal de phoques échantillonnés dans les eaux côtières et les eaux extracôtières en hiver et en été. Or, très peu d'échantillons d'estomac proviennent des eaux extracôtières, où les phoques s'alimentent en majeure partie. Un programme d'étude avancée des phoques d'une durée de deux ans est en cours. Ce programme comprend de nouveaux relevés des populations, de nouvelles études de la répartition et de nouvelles études du régime alimentaire, tant en eaux côtières qu'en eaux extracôtières.

Les estimations de la consommation de proies par les phoques sont fondées sur la présence et l'identification de parties dures (telles que les otolithes de morue) dans les estomacs des phoques. Les phoques attaquent également les morues par le ventre, un mode de prédation pratiqué sur les poissons trop gros pour être consommés entiers. Le phoque mord le ventre des poissons, prélevant le foie et les intestins, mais ne consomme pas le muscle ou les parties dures. Les observations d'attaques par le ventre étaient plus fréquentes au cours des années

1998 à 2000 qu'au cours des dernières années, et se produisaient principalement dans la baie Notre-Dame et au sud de la baie de Bonavista. L'un des participants à la réunion d'évaluation des stocks de morue a rapporté que la prédation par le ventre a toujours cours dans le bras Smith (baie de la Trinité).

Une étude pilote sur l'efficacité des zones d'exclusion des phoques est actuellement en cours dans le bras Smith (Bowen, 2004).

Disponibilité des proies (notamment le capelan)

Les tendances relatives à la biomasse du capelan, la principale proie de la morue dans 2J3KL, sont incertaines depuis la fin des années 1980. Les estimations de la biomasse établies à partir des relevés hydroacoustiques effectués dans les eaux extracôtières ont été, depuis le début des années 1990, de beaucoup inférieures à celles des années 1980, mais les indices de la biomasse du capelan dans les eaux côtières n'indiquent pas de tels déclins. Certaines études sur la condition et l'alimentation de la morue révèlent que la morue peut éprouver des difficultés pendant certaines saisons et dans certaines zones en raison de la faible disponibilité du capelan. Selon d'autres études et d'autres observations, la croissance et la condition de la morue seraient non inquiétantes présentement. Quelles que soient les circonstances actuelles, il n'en demeure pas moins qu'il est possible qu'il n'y ait pas suffisamment de capelan pour soutenir le rétablissement du stock de morue, particulièrement dans les eaux extracôtières et dans le nord.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Bowen, W.D. (président). 2004. Rapport de l'atelier sur les zones d'exclusion des phoques. 11-13 mai 2004, Cambridge Suites, Halifax, N.-É. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2004/022.

MPO, 2003. Mise à jour de l'état du stock de morue du Nord (2J3KL). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rapp. sur l'état des stocks 2003/018.

MPO, 2004. Morue du Nord (2J+3KL). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rapp. sur l'état des stocks 2004/011.

Colbourne, E.B., Brattey, J., Lilly, G., et Rose, G.A. 2003. The AZMP program contributes to the scientific investigation of the Smith Sound mass fish kill of April 2003. MPO, Bulletin PMZA 3: 45-48.

Lilly, G.R., et Murphy, E.F. 2004. Biology, fishery and status of the 2GH and 2J3KL (northern) cod stocks: information supporting an assessment of allowable harm under the Species at Risk Act for the COSEWIC-defined Newfoundland and Labrador population of Atlantic cod (*Gadus morhua*). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2004/102.

Lilly, G.R., Brattey, J,, Cadigan, N.G., Healey, B.P., et Murphy, E.F. 2005. An assessment of the cod (*Gadus morhua*) stock in NAFO Divisions 2J+3KL in March 2005. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2005/018.

Rivard, D., et Rice, J. (présidents) 2003. Atelier national sur les points de référence concernant les gadidés, 5-8 novembre 2002. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2002/033.

POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS

Contactez : George Lilly
Pêches et Océans Canada
C.P. 5667
St. John's, T.-N. et L. A1C 5X1
Tél. : (709) 772-0568
Télécopieur : (709) 772-4105
Courriel : lillyg@dfo-mpo.gc.ca

Ce rapport est disponible auprès du :

Bureau régional du PCR
Région de Terre-Neuve et du Labrador
Pêches et Océans Canada
C.P. 5667
St. John's, T.-N. et L. A1C 5X1

Téléphone : (709) 772-8892
Télécopieur : (709) 772-6100
Courriel : osborned@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet: www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1480-4921 (Imprimé)
© Sa majesté la Reine, Chef du Canada, 2005

An English version is available upon request at the above address.

LA PRÉSENTE PUBLICATION DOIT ÊTRE CITÉE COMME SUIT :

MPO, 2005. Évaluation des stocks de morue du Nord (2J+3KL). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2005/024.